

Aus den Medizinischen Kliniken und Polikliniken
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktoren: Prof. Dr. H. J. Dengler, Prof. Dr. H. G. Lasch
Angiologische Abteilung: Prof. Dr. F. Heinrich

Diagnose
der venösen Insuffizienz
mit der Ultraschall-Dopplersonde

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
des Bereichs Humanmedizin
der Justus Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von
Siegfried Thielmann
aus Ewersbach

Gießen 1973

Aus den Medizinischen Kliniken und Polikliniken
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktoren: Prof. Dr. H. J. Dengler, Prof. Dr. H. G. Lasch
Angiologische Abteilung: Prof. Dr. F. Heinrich

Diagnose
der venösen Insuffizienz
mit der Ultraschall-Dopplersonde

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
des Bereichs Humanmedizin
der Justus Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von
Siegfried Thielmann
aus Ewersbach

Gießen 1973

Aus dem Medizinischen KLINIKUM und TOBACK-
der Justus-Liebig-Universität Gießen
Dienstag, den 11. 11. 1913, Prof. Dr. H. G. Lach
Angewandte Anatomie: Prof. Dr. F. Heinrich

Diagnose
der venösen Insuffizienz
mit der Ultraschall-Dopplersonde



INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des Doktorgrades
des Bereichs Humanmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von
Siegfried Thielmann
Dekan: Prof. Dr. Hj. Staudinger
Referent: Prof. Dr. F. Heinrich
Korreferent: Prof. Dr. E. A. Zysno

INHALT

	Seite
I. Einleitung	1
1. Häufigkeit und soziale Bedeutung der venösen Insuffizienz	1
2. Anatomie und Physiologie des Venensystems	2
3. Entstehung venöser Erkrankungen	4
a. Primäre Varikosis	4
b. Pathophysiologie der primären Varikosis	7
c. Die venöse Thrombose	8
4. Methoden zur Venenuntersuchung	13
a. Die Phlebografie bzw. Venografie	15
b. Die Plethysmografie	15
c. Die Thermografie	16
d. Fluoresceinmethode	16
e. Venöse Fließzeitbestimmung	17
f. Die Venendruckmessung	17
g. Diskussion der genannten Methoden	18
5. Welche Methode wird gefordert?	19
II. Methodik	21
1. Dopplermethode	21
a. Prinzip und physikalische Grundlagen der Ultraschall-dopplersonde	21
b. Anwendung und Handhabung des Geräts	22
2. Die Phlebografie	24
3. Patientengut	25
4. Statistische Methoden	26

	Seite
III. Untersuchungsergebnisse	28
1. Strömungsverhalten bei Venengesunden	28
2. Frische Obliterationen	34
a. Isolierte Beckenvenenverschlüsse	34
b. Beckenvenenverschlüsse mit Oberschenkelvenenthrombose	36
c. Die isolierte Oberschenkelvenenthrombose	38
d. Ober- und Unterschenkelvenenthrombose	41
3. Postthrombotisches Syndrom	43
a. Rekanalisierte Beckenvenenverschlüsse	43
b. Rekanalisierte Beckenvene mit postthrombotischer, klappeninsuffizienter V. femoralis superficialis	43
c. Rekanalisierte V. femoralis	44
4. Der variköse Symptomenkomplex	48
a. Stammvarikosis der Vena saphena magna	48
b. Stammvarikosis der V. saphena parva	49
IV. Diskussion	53
V. Zusammenfassung	66
VI. Schrifttum	68

I. EINLEITUNG

1. Häufigkeit und soziale Bedeutung der venösen Insuffizienz.

Unter den sogenannten Zivilisationskrankheiten der Gegenwart nimmt neben den stoffwechselbedingten Gefäßveränderungen der Arterien die venöse Insuffizienz, insbesondere die der unteren Extremitäten, sowohl in klinischer als auch sozialer Hinsicht eine vorrangige Stellung ein, ist sie doch geradezu ein Spiegelbild der zunehmenden natürlichen Bewegungsverarmung unserer hochzivilisierten Länder. Die betroffenen Altersgruppen reichen von 20-Jährigen bis zu Patienten des 6. - 7. Lebensjahrzehnts. In der letzteren Gruppe sind dabei in viel stärkerem Ausmaße sekundäre Auswirkungen wie Ulcera cruris und Lymphödeme zu beobachten (Rast, Wagner-Sander, Widmann). Insgesamt rechnet man mit mehr als 1 Million Beinkranken mit venöser Pathogenese in der Bundesrepublik, das sind fast 2 % der Gesamtbevölkerung; bezogen auf die Altersgruppen der 20 bis 60-Jährigen ergibt sich ein doppelt so hoher Anteil, nämlich 4 %. So überrascht es nicht, daß in einer großen deutschen dermatologischen Poliklinik männliche und weibliche Patienten zu 4,5 bzw. 13,7 % an venopathischen Ulzera der unteren Extremitäten erkrankt waren (Stutzer, Tingaud, Gilje). Die Tatsache, daß allgemein im klinischen Krankenbestand die Anzahl venöser Erkrankungen oft auf fast ein Drittel ansteigt, darf jedoch für eine Gesamtbetrachtung nicht herangezogen werden. Hierfür sind in erster Linie die durch langes Liegen hervorgerufene venöse Stase sowie die blutungshemmenden prä- und postoperativen Medikationen verantwortlich.

Eine Untersuchung von Lodin ergab, daß 0,38 % aller Rentner mit Frühinvalidität auf Grund venöser Erkrankungen aus dem Be-

rufsleben ausscheiden. Bedenkt man nun noch, daß die venöse Insuffizienz sicher nicht ein für sich isoliertes Krankheitsbild darstellt, sondern daß sie in fortgeschrittenen Stadien zur Belastung des großen Kreislaufs mit Rechtsherzbelastung und Rechtsinsuffizienz, zu pathologischen Veränderungen des Lymphsystems führen kann, so kommt der Frühdiagnose venöser Erkrankungen eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu.

2. Anatomie und Physiologie des Venensystems

Das gesamte Venensystem muß als funktioneller Teil des grossen Kreislaufs gesehen und verstanden werden, in dem es als Niederdrucksystem ganz bestimmte Aufgaben zu erfüllen hat:

- a) Die Rückleitung des sauerstoffarmen, mit CO₂ beladenen venösen Blutes über die rechte Herzkammer zum Lungenkreislauf.
- b) Die Bereitstellung einer Blutvolumenreserve für Anpassungsmechanismen der cardialen Kreislaufregulation. Hierfür stehen beim Gesunden etwa 700 bis 1000 ccm Blutvolumen zur Verfügung.
- c) Die Aufrechterhaltung eines postkapillären Blutdrucks von ca. 12 - 15 mm Hg, der erforderlich ist, damit nach dem Starling'schen Gesetz ein ausreichender venöser Resorptionsdruck bestehen bleibt. Dieser ergibt sich aus: (Perivasaler bzw. interzellulärer Gewebedruck + kolloidosmotischer Druck der Kapillaren und Venolen) minus (intravasaler Druck + kolloidosmotischer Druck der perivasalen Gewebeflüssigkeit). Diese Funktion zur Aufrechterhaltung der Stoffwechselvorgänge im Bereich der Mikrozirkulation zeigt zugleich deutlich die Notwendigkeit eines venösen Niederdrucksystems. Die Physiolo-

gie und Anatomie des Venensystems läßt sich durch oben genannte Aufgaben und Funktionen herleiten und verstehen.

So folgt aus b), daß Venen zahlreicher vorhanden sein müssen als Arterien, daß ihre Wände aufgrund der Volumen Anpassung elastischer im Sinne einer passiven Dehnbarkeit sind. Die großen Venen des unteren Abdomens sowie des Beckens entsprechen zahlenmäßig den Arterien. Ab V. femoralis superficialis peripherwärts zeigen sich bereits die im Verhältnis zu den Arterien zahlenmäßig doppelt angelegten Venen. Seltener trifft man eine doppelt vorhandene V. femoralis superficialis oder V. poplitea, fast immer aber sind die tiefen Unterschenkelvenen doppelt angelegt. Physiologisch von besonderer Bedeutung sind die Vv. perforantes, die den Abfluß des Blutes aus dem oberflächlichen Venensystem zum tiefen System der Vv. tibiales anteriores ermöglichen, jedoch keinen Abfluß in umgekehrter Richtung zulassen und somit Klappen besitzen müssen. Ihre Insuffizienz wird noch pathophysiologisch von Interesse sein. Neben den Perforantes der sogenannten Cockett'schen Gruppe, die perimalleolär verlaufen, gibt es noch distal des Kniegelenkes die Boyd'sche und proximal die Dodd'sche Gruppe. Letztere beiden gehen direkt von der Vena saphena magna aus, während die Cockettvenen von einem blinden seitlichen Endast der V. saphena magna ausgehen.

Aus c) folgt, daß das Venensystem Schutzmechanismen zur Aufrechterhaltung des peripheren postkapillären Niederdrucks besitzen muß. Die Anordnung der bivalvulären Venenklappen läßt sich, wie die Anordnung der Venen überhaupt, nicht repräsentativ schematisch darstellen, da durch individuelle Abweichungen eine Norm schwer zu finden ist. In jedem Fall findet man Klappen im Unter- und fast immer im Oberschenkelbereich. Das gilt für die großen tiefen Venen und für die V. saphena magna, der Abstand von Klappe zu Klappe beträgt etwa 8 - 15 cm. Die Klappen der tiefen Venen im Beckenbereich sind oft auch bei Gesun-

den überhaupt nicht vorhanden, so daß ihr Fehlen nicht unbedingt als pathologisch anzusehen ist. Die Venen stellen somit als Niederdrucksystem mit ihrer Variationsbreite in der Anordnung und in den physiologischen Mechanismen einen Teil des Kreislaufs dar, der leider an vielen Stellen Möglichkeiten einer komplexen pathologischen Veränderung bietet, das heißt, daß pathologisch-anatomische und pathophysiologische Veränderungen immer in Verbindung miteinander auftreten.

3. Entstehung venöser Erkrankungen

a. Primäre Varikosis

Die primäre Varikosis kann theoretisch von mehreren Seiten eine pathogenetische Erklärung finden. Einmal kann das Unterhautbindegewebe zu locker, d.h. in seiner histologischen Struktur degenerativ verändert sein. Wenn dieser Verlust an gesundem Bindegewebe sich zu einem eine ganze Extremität befallenden Prozeß entwickelt, kommt es infolge verminderter Geweberesistenz zur pathologischen Erweiterung der oberflächlichen subkutanen Venen (Schwangerschaftsvarizen). Die direkte Folge ist eine Volumenansammlung mit Druckanstieg in den betroffenen Venen bei verminderter Durchflußgeschwindigkeit und zunehmender Belastung der Venenwände und des Klappenapparates; es entsteht somit das typische Bild der primären Varikosis. Ihre Symptomatik bezüglich der Reihenfolge des pathologischen Geschehens ist auch noch anders erklärbar, nämlich durch eine primäre Insuffizienz der Klappen der Vena saphena magna, durch insuffiziente Vv. perforantes, oder durch hereditär oder congenital bedingtes Fehlen der Klappen überhaupt.

a)a) Die Stammvarikosis der Vena saphena magna stellt das typische klinische Krankheitsbild der allgemein als Varizenträger benannten Patienten dar. Die oben angeführten Veränderungen füh-

ren hier im weiteren Verlauf zu massiver Volumenbelastung mit varikös erweiterten Venenkonvoluten, die dann oberflächlich als regelrechte subkutane Blutsäcke gesehen und getastet werden können. Der Verlauf der Vene nimmt dabei meistens eine geschlängelte Form an, so daß in fortgeschrittenen Stadien ein Netz von Saphena-magna-Varizen mit varikös erweiterten Ästen nahezu das gesamte Bein überziehen kann. Meistens bleibt in diesem Stadium der Prozeß dann nicht auf die V. saphena magna beschränkt, denn oft rufen solche massiven pathologischen Veränderungen zunächst lokal begrenzte Venenentzündungen hervor, die über die Vv. perforantes das tiefe System erreichen und dort einer Thromboseentstehung sowie einer Degeneration des Klappenapparates Vorschub leisten. Untersuchungen durch Magnus, Betzner und Löhr anhand von 232 Phlebografien bei Varikosis ergaben denn auch, daß in 44 % aller Fälle zusätzlich postthrombotische Veränderungen, d.h. Klappeninsuffizienz der tiefen Venen festgestellt werden konnten. Am häufigsten befallen waren die tiefen Muskelvenen des M. soleus und des M. gastrocnemius. Des weiteren waren zu 75 % drei oder mehr insuffiziente Vv. perforantes und communicantes vorhanden. Auch wird an dieser Stelle berichtet, daß in 4 - 6 % der Thrombophlebitiden eine Rekanalisation unterbleibt oder erst nach 1 bis 2 Jahren zum Abschluß kommt. Es ergibt sich also ein komplexes Bild der pathogenetischen Möglichkeiten, das sich mit dem Begriff Stammvarikosis der V. saphena magna verbindet.

a)b) Die Stammvarikosis der Vena saphena parva tritt klinisch seltener in Erscheinung und kommt meistens im Folgezustand einer Saphena-magna-Insuffizienz vor. Sie zeigt klinisch die gleichen Symptome, jedoch mit anderer Lokalisation und günstigerer Prognose, da die V. saphena parva hämodynamisch und hydrostatisch nicht so belastet ist wie die V. saphena magna, es sei denn, der Prozeß nimmt über erweiterte, insuffiziente Kollateralen ei-

nen pathologischen Verlauf zur Belastung und entzündlichen Infiltrierung der V. saphena magna hin. Ursache sind auch hier oft hereditäre und congenitale Faktoren des nutritiven Gefäßstoffwechsels und der Unterhautbindegewebestruktur.

a)c) Die Insuffizienz der Venae perforantes kann je nach Lokalisation verschiedene pathologische Veränderungen nach sich ziehen. Bei der Insuffizienz der Cockettvenen kommt es zunächst zu einem Druckanstieg in dem schon genannten blinden medialen Endast der Vena saphena magna. Die Folge ist eine variköse und ödematöse Schwellung um den medialen Fußgelenksknöchel. Hieraus kann sich im weiteren Verlauf eine ascendierende primäre Varikosis der V. saphena magna entwickeln mit entsprechender klinischer Manifestation.

Die aufsteigenden Insuffizienzen der Boyd' - und Dodd' schen Venen ziehen im Prinzip die gleichen pathologischen Veränderungen nach sich, nur daß hierbei entsprechend größere venöse oberflächliche Venenabschnitte erfaßt werden. Es bleibt in diesem Zusammenhang überhaupt noch die Frage offen, ob nicht in vielen Fällen beobachteter Stammvarikosen die Insuffizienz der Vv. perforantes, die als einzige Venen in direkter Verbindung zu dem druckhöheren tiefen System stehen, primäre Ursache der Stammvarikosis sind, was durch die beschriebene Auswertung von 232 Phlebografien bei Varikosis Unterstützung findet.

a)d) Avalvulie

Bei der Avalvulie handelt es sich um eine Entwicklungsstörung des Venensystems, bei der keine Klappen angelegt werden. Sie ist fast nie auf eine Seite allein beschränkt, sondern tritt in der Regel symmetrisch auf, was den Verdacht auf eine congenitale Prädisposition zuläßt. In diesem Falle ist es nicht schwer, sich die pathologischen Folgen herzuleiten. Ein durch die verlängerte hydrostatische Säule bedingter Überdruck des gesamten Venensystems der unteren Extremitäten führt im Laufe der Zeit zu einer

Überbeanspruchung der anatomischen und physiologischen Funktionen, auch wenn man davon ausgeht, daß sich durch Anpassungsvorgänge resistenteren Venenwandstrukturen gebildet haben.

Ausführlichere Untersuchungen von Brunner, Bollinger und Wirth über die Klappenagenesie und Dysplasie der Beinvenen ergaben, daß am häufigsten die tiefen Hauptstämme sowie deren Verbindungsvenen keine Klappen besitzen, wogegen distale Unterschenkelvenen und Muskelvenen des Oberschenkels meistens noch vereinzelte Klappen aufweisen. Weiterhin sind bei konnataler Klappenagenesie grundsätzlich immer beide Beine betroffen, jedoch muß sich nicht immer eine strenge Symmetrie der Veränderungen nachweisen lassen.

Differentialdiagnostisch ist bei der Avalvulie immer an eine intraoperativ erworbene Dysplasie nach Thrombektomie oder an postthrombotische Veränderungen zu denken. Da auch die Rekanalisation einer tiefen Thrombose weitgehend glatte Venenwände hinterlassen kann, ist es sehr schwierig, konnatale Veränderungen zu beweisen oder sicherzustellen.

b. Pathophysiologie der primären Varikosis

Aus pathophysiologischer Sicht führt die primäre Varikosis erst dann zu klinisch bedeutsamen Erscheinungen, wenn der Klappenapparat nicht mehr funktioniert. Diese valvuläre Insuffizienz breitet sich retrograd aus bis zum Zustand der völligen Klappeninsuffizienz des oberflächlichen Venensystems. Ab hier kann der weitere Verlauf unter dem Begriff "Chronische venöse Insuffizienz" zusammengefaßt werden. Die Möglichkeit einer Kompensation ist dann weitgehend abhängig vom perivenösen Gewebedruck (Entzündungen, Übergewicht, Fettsucht, Lymphödem), von der Stromstärke und Transportfähigkeit des tiefen Systems (zusätzliche tiefe Thrombosen oder Klappeninsuffizienzen), von der Sogwir-

kung des Herzens (Rechtsinsuffizienz, Tricuspidalinsuffizienz), von der Elastizität und Muskelstärke der Venenwand sowie von der Muskelkontraktionsfähigkeit zur Aufrechterhaltung einer zentralgerichteten Pumpwirkung (Problem bei bettlägerigen Patienten, die nicht mobilisiert werden können). Dieser ganze Komplex wirkt sich zum einen auf das Stadium des Gefäßleidens aus, und zum anderen wiederum beeinträchtigt der Grad der Dekompensation die oben aufgeführten funktionellen Faktoren. So steigt indirekt der perivenöse Gewebedruck in steigendem Maße mit der Zunahme der Anzahl insuffizienter Klappen durch Ansteigen des intravasalen Venendrucks und damit verminderter Rückresorption extrazellulärer Substanzen in das venöse Gefäßsystem. Diese sekundären Stoffwechselstörungen bilden dann im weiteren Verlauf oft die Grundlage für entzündliche Vorgänge im oberflächlichen perivasalen Gewebe, deren Endstadium dann schließlich nekrotisierende Ulcera cruris sind.

c. Die venöse Thrombose

Im Unterschied zur Varikosis zeigt die venöse Thrombose meistens ein akuteres klinisches Bild, da es sich hierbei um einen inkompletten oder kompletten venösen Gefäßverschluß handelt, der sich unmittelbar auf die gesamte venöse Hämodynamik eines betroffenen Gebietes auswirken muß.

c)a) Lokalisation

Venöse Mikrothromben treten klinisch kaum in Erscheinung, wenn sie vereinzelt auftreten und nicht gerade ein ganzes Gebiet gleichzeitig befallen. Von wesentlicher Bedeutung sind somit nur Thrombosen der Gefäße von der Größenordnung der distalen tiefen Unterschenkelvenen sowie des Saphena-magna und Saphena-parva-Astes in gleicher Höhe an aufwärts. Die gefährlichste und das größte Gebiet betreffende Thrombose ist die des Beckens so-

wie die kombinierte Oberschenkel-Beckenvenenthrombose, die bei komplettem Lumenverschluß sofort ein schmerzhaftes, ödematöses Anschwellen des Beines nach sich zieht. Ihr relativ häufiges Vorkommen bei bettlägerigen Patienten, insbesondere nach Operationen, Traumen und Entbindungen, ist wohl in erster Linie durch die Inaktivität der Muskeln bzw. das Fehlen einer unterstützenden Muskelpumpentätigkeit sowie durch die im Liegen verlangsamte Blutströmungsgeschwindigkeit bedingt. Es zeigt sich allgemein, daß für die Prädispositionsstellen der venösen Thrombose im Prinzip das gleiche gilt wie für die Arteriosklerose und arterielle Thrombose, daß nämlich solche Stellen bevorzugt sind, an denen es am leichtesten zu einer Veränderung der hämodynamischen Bedingungen kommen kann. Das sind bei den Venen in erster Linie die Klappentaschen, insbesondere, wenn sie durch entzündliche oder degenerative Veränderungen zu einem hämodynamischen Hindernis werden. Des weiteren sind solche Stellen bevorzugt betroffen, an denen größere Venen gabelförmig zusammenfließen oder in andere Venen einmünden, und wo das Gefäßlumen eine Einengung erfahren kann wie in den Regionen der Leistenbeuge und der Kniebeuge. Grob schematisch unterteilt man deshalb des weiteren in Oberschenkel-, Unterschenkelvenenthrombosen des tiefen und des oberflächlichen Systems, wobei man beachten muß, daß die Lokalisation einer Thrombose allein keinerlei Aussage über die primäre Pathogenese zuläßt.

c)b) Entstehung und Ablauf

Die Entstehungsmöglichkeiten einer Thrombose können in diesem Zusammenhang nur schematisch umrissen werden. Zu nennen sind pathologische Veränderungen des Gerinnungssystems, der Anatomie des Venenverlaufs, der Venenwand sowie der Venenklappen, des Kreislaufs bzw. der Hämodynamik, damit verbundenen extravasale mechanische Einflüsse durch Tumoren, Traumen

oder schließlich enge Gürtel, Strumpfbänder, Druckbelastung der Oberschenkel durch schräges Sitzen auf Stuhlkanten usw. Bedenkt man nun noch die Kombinationsmöglichkeiten, so ergibt sich in der Tat ein recht kompliziertes Bild der pathogenetischen Möglichkeiten. In erster Linie sind jedoch wohl veranlagungsbedingte Faktoren und der Verlust an Bewegung und Kreislaufleistung für ihre Entstehung verantwortlich zu machen.

Die Entwicklung bis zum klinischen Bild der Thrombose verläuft, wenn auch zeitlich kürzer als bei der Varikosis, in mehreren differenzierbaren Stadien.

Zunächst besitzt das Blut erhöhte Gerinnungsfähigkeit aus einem oder mehreren der oben angeführten Gründe. Vorhandenes Fibringerinsel verbindet sich zu immer größeren Einheiten, so daß es durch appositionelles Wachstum schließlich zum Verschluß eines größeren venösen Gefäßes irgendeiner der genannten Prädispositionsstellen kommt, der Thrombus also durch Wachstum an einer Stelle entsteht. Dem voraus geht meistens, daß eine Venenwand oder eine Venenklappe durch ein Trauma direkt oder durch eine sich länger hinziehende Venenentzündung degenerative Veränderungen erfahren hat, so daß ihre Oberfläche eine spröde, ungleichmäßige und aufgerauhte Form annimmt. An diesen Stellen neigt das Blut dann zu lokal begrenzter Aktivierung des Gerinnungssystems und es entsteht somit ein wandhaftender, sich ständig vergrößernder Thrombus bis hin zum inkompletten bzw. kompletten Verschluß des Venenlumens.

Der klinische Verlauf einer venösen Thrombose muß im Hinblick auf das gesamte sich entwickelnde Krankheitsbild gesehen werden. Eine mäßig wachsende wand- oder klappenständige Thrombose zieht eine allmähliche Kollateralenbildung nach sich und tritt klinisch nicht so akut in Erscheinung wie die plötzlich auftretende Blockierung der venösen Hämodynamik bei der durch schnelles Wachstum entstandenen akuten venösen Thrombose.

Trotz verschiedener Entstehungsmechanismen kann der weitere pathophysiologische Verlauf der Thrombose grundsätzlich mit dem des varikösen Symptomenkomplexes verglichen werden. Immer wieder spielen Druck- und Volumenbelastung sowie die verlangsamte Blutströmungsgeschwindigkeit die entscheidende Rolle für das pathologische Geschehen bis hin zum Auftreten eines Ulcus cruris bzw. "offenen Beines".

c)c) Komplikationen

Die Komplikationen der venösen Thrombose, das heißt, die sekundär in Betracht kommenden pathologischen Auswirkungen auf andere Organbezirke, sind vielseitig. Die gefährlichste Komplikation ist die Lungenembolie, hervorgerufen durch einen sich lösenden Thrombus, der über die rechte Herzkammer in den Lungenkreislauf gelangt und dort je nach Größe des betroffenen Lungengefäßbezirks in Sekundenschnelle zur kompletten Verlegung des kleinen Kreislaufs und somit zum Stillstand des Herzen führen kann. Werden bei diesem Geschehen kleinere Lungengebiete betroffen und der Patient überlebt, so spricht man von einem Lungeninfarkt, der immer auch ein sehr akutes und lebensgefährliches pathologisches Geschehen darstellt. Im Rahmen dieser Arbeit bedeutet das praktisch, daß die schnelle Diagnose einer vorliegenden Thrombose den Verdacht auf eine akut bestehende oder abgelaufene Lungenembolie wesentlich bestätigen kann und umgekehrt.

c)d) Das postthrombotische Syndrom ist als weitere Komplikation der venösen Thrombose von eminenter klinischer und sozialmedizinischer Bedeutung. In diesem Stadium haben wir es mit Venen zu tun, deren Klappen zerstört sind und deren Transportkapazität stark eingeschränkt ist. Je nach Lokalisation und Größe bzw. Ausdehnung der abgelaufenen Thrombose ist somit eine irreversible Schädigung eines Teils des Kreislaufs eingetreten, die zu einer chronischen unphysiologischen Druckbelastung und damit

Einschränkung der venösen Hämodynamik führt. Ohne Behandlung führt dieser Zustand stufenweise bis zu Gewebnekrosen, was *Ulcus cruris* bedeutet. (Siehe Pathophysiologie 3. b. !)

An dieser Stelle ist noch einiges zur Klinik des postthrombotischen Syndroms zu sagen, das den Symptomenkomplex der Varizen, des Oedems und des *Ulcus cruris* beinhaltet. Sowohl die tiefe Thrombose als auch die chronische venöse Insuffizienz der Stammvarikosis können zu im Folgezustand ähnlichen klinischen Bildern führen. Die Therapie der alten tiefen Phlebothrombose unterscheidet sich jedoch wesentlich von der der Stammvarikosis. So ist insbesondere vor jeder chirurgischen Maßnahme bei chronisch venöser Insuffizienz oder vor einer Verödungsbehandlung wichtig, die Durchgängigkeit des tiefen Venensystems zu überprüfen. Zudem ist es oft von entscheidender Bedeutung, bei unklaren Beinbeschwerden wie Schmerzen, leichtes Anschwellen oder Krampfgefühl, ein Frühstadium einer tiefen Becken- oder Oberschenkelvenenthrombose auszuschließen, bei der sich das klinische Vollbild noch nicht entwickelt hat, zumal gerade am ersten oder zweiten Tag der Beschwerden die Frage geklärt werden muß, ob eine frische Thrombose vorliegt, da eine Fibrinolysetherapie nur bei frühzeitiger Anwendung Erfolg verspricht, und damit bleibende postthrombotische Schäden verhindert werden können.

Die Forderung nach einer neuen, leicht praktizierbaren Untersuchungsmethode des Venensystems erscheint unter solchen Aspekten berechtigt.

Es zeigt sich in diesem allgemeinen Abriß der venösen Insuffizienz, daß es kaum eine Form der Venopathie ohne Veränderung der lokalen Strömungsverhältnisse gibt. Diese Tatsache macht sich das diagnostische Verfahren der Ultraschall-dopplersonde zunutze. Die Bewertung eines neuen Diagnoseverfahrens macht einen Vergleich mit bereits vorhandenen anderen Methoden nötig.

4. Methoden zur Venenuntersuchung

Allgemein sind klinische Untersuchungsmethoden von apparativen Meßmethoden zu trennen. Erstere sind im wesentlichen der Perkussionsversuch und die sogenannten Tourniquet-Tests. Alle Untersuchungsmethoden dieser Art beruhen darauf, daß das oberflächliche Venensystem in irgendeiner Weise mechanisch beeinflusst wird, und die Reaktion des venösen Systems durch Fühlen, Tasten und Sehen diagnostisch beurteilt wird. Hierzu bedarf es jedoch einer großen Erfahrung, da die Kriterien für eine solche Beurteilung rein qualitativer Art sind, und feste Normen somit nicht aufgestellt werden können. Aufzuzählen wären an dieser Stelle Perthes-, Pratt-, Mahorner-, Ochsner-, Linton- sowie der Trendelenburg-Versuch, der von allen Tourniquet-Tests wohl am meisten praktiziert wird, da er zusätzlich eine Aussage über die Durchgängigkeit des tiefen Systems zuläßt, was z. B. für die Indikation einer Operation nach Babcock von entscheidender Bedeutung ist.

Da es sich bei all diesen Tests eigentlich mehr um klinische Funktionsprüfungen als um die Überprüfung eines morphologischen Substrats handelt, haben heute Untersuchungen dieser Art mehr die Bedeutung einer orientierenden Voruntersuchung erlangt.

Während die oben genannten Tests vorwiegend zur Diagnose des varikösen Symptomenkomplexes Verwendung finden, gibt es zur Frühdiagnose frischer Thrombosen der tiefen Hauptstämme einige klinische Untersuchungen, die mehr symptomatisch beschreibend als funktioneller Art sind und nach Untersuchungen von May und Nissl durch hohe Fehlerquellen belastet sind. Ihre röntgenologischen Überprüfungen klinischer Tests ergaben folgendes Bild:

Lokale Muskelspannungen und Schmerzen:

41 % richtig positiv, 11 % falsch positiv

Hautveränderungen wie Färbung und Temperaturunterschiede:

50 % richtig positiv, 0 % falsch positiv

Oberflächliche Venenerweiterungen:

25 % richtig positiv, 11 % falsch positiv

Homan'sches Zeichen (Schmerzen bei Dorsalflexion), von dem bisher eine Treffsicherheit von ca. 40 % angenommen wurde, ergab nur:

8 % richtig positiv, 6 % falsch positiv.

Der nach May modifizierte Löwenbergttest (einseitige Schmerzen bei symmetrischem Aufblasen der Blutdruckmanschette über beiden Waden):

22 % falsch negativ, 26 % falsch positiv.

Lediglich die Knöchelschwellung ergab sich zu 83 % - allerdings nur linksseitig - als richtig positives Ergebnis, was nach Piulachs so zu verstehen ist, daß die Knöchelschwellung keineswegs mehr als ein Frühzeichen einer Thrombose anzusehen ist.

Untersuchungen von Hall und Clark ergaben, daß das Homan'sche Zeichen in keinem der untersuchten Fälle richtig positiv war, und von Schwartz und Rochester wird berichtet, daß nur in 10,6 % von 595 Fällen mit letaler Lungenembolie vorher die Diagnose der ursächlichen peripheren Thrombose gestellt werden konnte. Alle diese Angaben machen schließlich deutlich, wie problematisch und fehlerbehaftet klinische Frühdiagnosen auf dem Gebiet der venösen Insuffizienz sind und machen gleichzeitig verständlich, daß für eine differenzierte Diagnostik heute vorwiegend technische Methoden herangezogen werden müssen.

a. Die Phlebografie bzw. Venografie

Grundprinzip der Venografie ist die Injektion von Röntgenkontrastmittel in das Venensystem, so daß auf dem Röntgenbild eine bildliche Darstellung des Venenverlaufs zustande kommt. Zur Überprüfung der Durchgängigkeit des tiefen Systems wählt man die Vena dorsalis pedis als Injektionsstelle bei gleichzeitiger Abschnürung des oberflächlichen Systems mittels einer Staubinde. Zur Überprüfung eventueller Klappeninsuffizienzen führt man eine retrograde Preßphlebografie durch, bei der die Vena femoralis als Injektionsstelle gewählt wird. Hierbei wird der Patient nach Injektion des Kontrastmittels aufgefordert, eine Bauchpresse nach Valsalva durchzuführen, das zurückfließende Kontrastmittel gibt dann ein Bild vom Ausmaß und von der Lokalisation der Klappeninsuffizienz wieder. - Die Methode besitzt die zuverlässigste Aussage aller zur Zeit zur Verfügung stehenden Untersuchungsmöglichkeiten, jedoch läßt sie keine Rückschlüsse über die Strömungsverhältnisse in den einzelnen Venenabschnitten zu; sie ist praktisch eine Momentaufnahme, die lediglich die anatomischen Verhältnisse wiedergibt. Ihre recht aufwendige Durchführung ist an eine komplizierte Röntgenapparatur sowie an das Vorhandensein eines entsprechend geschulten Arztes gebunden. Zudem muß der Patient transportfähig sein, und es müssen noch die Belastungen durch Injektion, Kontrastmittelpassage und Röntgenstrahlen zur Beurteilung der Methode herangezogen werden.

b. Die Plethysmografie

Das Prinzip dieser Methode ist die venöse Volumenkapazitätsbestimmung unter verschiedenen Bedingungen. Eine Staubinde am Oberschenkel blockiert unter steigenden Drucken (30 - 60 mm Hg) stufenweise den venösen Rückfluß. Eine am Unterschenkel angebrachte, mit Luft oder Quecksilber gefüllte Manschette mißt

gleichzeitig die Umfangzunahme, die durch die venöse Stauung hervorgerufen wird. Diese Messung erfolgt durch eine Registrierung der Widerstandsänderung der Quecksilbersäule mittels einer Wheateston'schen Brückenschaltung, da bei Zunahme des Unterschenkelumfanges die Quecksilbersäule verlängert und im Durchmesser verkleinert wird. Hierbei gilt: Je größer die Umfangszunahme, desto geringer die venöse Rückstellkraft, d. h. das Vermögen der Venen, steigender Druckbelastung aktiv Widerstand leisten zu können durch Erhöhung des Venenwandtonus. Die Methode gibt zwar eine wichtige Auskunft über die Funktionstüchtigkeit der Venenwandstrukturen (z. B. die Frage, ob ein Bein bei bestehender venöser Insuffizienz gewickelt werden muß oder nicht), läßt aber darüber hinaus keine differenzierte Aussage über die weiteren pathologischen Veränderungen zu. Die Methode hat, was die venöse Insuffizienz betrifft, gewisse Bedeutung für die Beurteilung venöser Medikamente erlangt.

c. Die Thermografie

Hierbei handelt es sich um eine Infrarotphotografie, bei der man sehen kann, wo sich gehäuft Blut ansammelt bzw. an welchen Stellen das venöse System nicht mehr den Rücktransport des venösen Blutes in ausreichendem Maße sicherstellt. Somit kann diese Methode nur etwas aussagen über die Lokalisation und das Ausmaß der venösen Funktionseinschränkung. Ihre diagnostische Bedeutung für die Klinik oder gar für den Praktiker ist als gering zu bewerten.

d. Fluoresceinmethode

Diese Methode hat erst in letzter Zeit an Bedeutung gewonnen und findet jetzt allmählich Anwendung in angiologischen Abteilungen. Folgendes einfaches Prinzip liegt zu Grunde: Fluorescein

wird wie Röntgenkontrastmittel bei der Venografie in das tiefe Venensystem injiziert. Der Untersuchende betrachtet nun das Bein unter einer UV-Lampe und kann an den oberflächlichen Fluoreszenzen erkennen, wo zum Beispiel insuffiziente Perforantes sein müssen. Weiterhin kann das Ausmaß oberflächlicher Kollateralisierung bei tiefen Thrombosen beurteilt werden, oder, wie bei einer retrograden Preßphlebografie, kann die Klappeninsuffizienz der V. saphena magna nachgewiesen werden. Die Methode befindet sich noch in der Phase klinischer Erprobung und kann noch nicht abschließend beurteilt werden.

e. Venöse Fließzeitbestimmung

Hierbei handelt es sich ebenfalls um eine Methode, deren diagnostische Verwertbarkeit noch überprüft wird. Die Untersuchung verläuft folgendermaßen. In die V. dorsalis pedis wird eine Isotopenlösung injiziert, gleichzeitig wird oberhalb des Sprunggelenkes das oberflächliche System mit einer Staubinde blockiert. Zählrohre an Knie- und Leistenbeuge geben an, nach welcher Zeit und in welchem Ausmaß der venöse Rückfluß abläuft. Hierbei ergeben sich für bestimmte Formen der venösen Insuffizienz ganz bestimmte Fließzeitmuster. Die spezielle und sehr teure Apparatur, die für diese Methode erforderlich ist, wird auch in Zukunft Untersuchungen dieser Art nur in Spezialkliniken zulassen.

f. Die Venendruckmessung

Zum Schluß sei noch eine Methode erwähnt, die mittlerweile einen festen Platz in der angiologischen Diagnostik einnimmt. Die Venendruckmessung erfolgt über ein Stathamelement, wobei die V. dorsalis pedis punktiert wird. Mißt man nun bei einem Gesunden die Drucke im Stehen und nach mehrmaligem Zehenstand, so ergibt sich ein Druckabfall, bedingt durch eine intakte Muskelpumpe des

tiefen und in schwächerem Ausmaße auch des oberflächlichen Venensystems (Haut-Muskel-Pumpe). Daß hierbei auch ein eigenständiger Venenwandtonus mitbeteiligt sein könnte, wird zwar diskutiert, aber eine funktionelle Bedeutung für die venöse Kreislaufregulation konnte bisher nicht eindeutig bestätigt werden. Beim Postthrombotiker nimmt unter diesen Bedingungen der Druck zu, bei einer Stammvarikosis bleibt er unverändert oder nimmt ebenfalls zu, bei einem Postthrombotischen Syndrom mit Rekanalisation sollte er wieder abnehmen. Weiterhin kann die Methode Auskunft darüber geben, ob bei einem Patienten mit Stammvarikosis eine Operation nach Babcock angezeigt ist oder nicht. Ergibt nämlich die Untersuchung eine starke Funktionseinschränkung des tiefen Systems, so muß man erwarten, daß nach einer operativen Entfernung der V. saphena magna das tiefe System einer entsprechenden Mehrbelastung nicht standhalten wird. Eine Unterscheidung zwischen Stammvarikosis und tiefer Thrombose ist mit dieser Methode jedoch nicht möglich, da eine getrennte Aussage über das tiefe und das oberflächliche System nicht gemacht werden kann.

g. Diskussion der genannten Methoden

Jede der erwähnten Methoden läßt für den erfahrenen Untersucher wichtige Rückschlüsse auf die Funktionsfähigkeit eines bestimmten Teils des Venensystems zu. So gibt der Perkussionsversuch Auskunft über eine etwaige Klappeninsuffizienz von oberflächlichen varikösen Venen, der Perthesversuch über die Durchgängigkeit der tiefen Venen und die Intaktheit der Vv. communicantes, der Trendelenburg-Versuch über die Klappen der Vv. perforantes und der V. saphena magna und parva sowie über die Durchgängigkeit des tiefen Systems. Pratt- und Mahorner-Ochsner-Versuch sagen etwas über die Lokalisation der Insuffizienz von Vv. communicantes aus. Der Linton-Versuch schließlich läßt Rückschlüsse auf die Durchgängigkeit der tiefen Unterschenkel-

venen bei gleichzeitig vorhandenen Unterschenkelvarizen zu.

Alle soeben genannten Methoden sind an das Vorhandensein von oberflächlichen Varizen gebunden und kommen somit erst dann zur Geltung, wenn das Symptom der primären oder sekundären Varikosis schon in einem fortgeschrittenen, zum Teil dekompensierten Zustand sich befindet. Hinzu kommt ein ausgesprochen qualitatives und an lange Erfahrung gebundenes Beurteilungsvermögen des Untersuchenden, was in letzter Zeit dazu geführt hat, daß diesen Versuchen nicht mehr die große Bedeutung zukommt wie es früher einmal der Fall war. Die diagnostische Verwertbarkeit der technischen Untersuchungsmethoden wurde schon in den Abschnitten 4 a) - f) besprochen. Hier sind es eigentlich nur zwei Methoden, die sich klinisch bewährt haben und somit auch einen festen Platz in der Diagnostik von Venopathien gefunden haben. Einmal die Venendruckmessung, die etwas aussagt über die Effektivität der Muskelpumpe und über die venöse Rückstellkraft, d. h. die Intaktheit der venösen Reaktion bei Druckbelastung, und zum anderen schließlich die Venografie, die von allen Methoden bis heute immer noch die zuverlässigsten und genauesten diagnostischen Anhaltspunkte gibt.

5. Welche Methode wird gefordert?

Die Diskussion der zur Zeit vorhandenen Methoden zeigt bzw. führt zu dem Schluß, daß ein allgemein praktikables, technisches Untersuchungsverfahren mit verwertbarer diagnostischer Aussagekraft bis heute fehlt. Um diese Lücke füllen zu helfen, wurde ein kleines elektrisches Gerät entwickelt, das sich die Gesetzmäßigkeiten des Dopplereffekts aus der Physik des Schalls und der elektromagnetischen Wellen zu eigen macht - die Ultraschall-Dopplersonde oder auch Doppler-Strömungsdetektor genannt. Ihre klinische Verwertbarkeit für die Diagnose krankhafter venöser Pro-

zesse der unteren Extremität zu untersuchen, ist Sinn und Zweck dieser Arbeit.

II. METHODIK

1. Dopplermethode

a. Prinzip und physikalische Grundlagen der Ultraschall Dopplersonde

Das Prinzip der Dopplersonde beruht auf dem von dem österreichischen Physiker Christian Doppler (1803 - 1853) entdeckten und nach ihm benannten Dopplereffekt, der in einer Frequenzänderung einer Schwingung (Schall u. Licht) in Abhängigkeit von der relativen Bewegung von Sender (Quelle) und Empfänger (Beobachter) zueinander besteht. Bei Herannahen einer bewegten Schallquelle wird die Empfängerstelle Wellen höherer Frequenzen bzw. bei Entfernung der Schallquelle Wellen niedriger Frequenzen empfangen. Gleiches gilt auch für den Fall, daß eine reflektierende Grenzfläche sich relativ zum Ursprung einer Welle bewegt, wobei der Empfänger, auch wenn er sich nicht relativ zum Sender bewegt, eine dem Dopplereffekt entsprechend veränderte Welle empfängt.

Bei der Untersuchung mit der Dopplersonde stellen die Membranen der Erythrozyten in dem zu untersuchenden Gefäß die sich bewegende und reflektierende Grenzfläche dar (Bollinger und F. Mahler), und als Sender und Empfänger dienen zwei Kristalle, die an dem Ende einer etwa zigarettengroßen Sonde starr und nicht zueinander beweglich angebracht sind. Die Frequenz der ausgesandten Ultraschallwellen beträgt etwa 10 Megahertz.

Unter diesen Bedingungen läßt sich folgende mathematische Beziehung aufstellen:

$$\frac{F-F'}{F} = \frac{2v \cos \alpha}{v_0}$$

Hierbei bedeuten:

- v = Geschwindigkeit der Blutpartikel
- v_0 = Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Ultraschallwellen im untersuchten Medium
- α = Einfallswinkel der Welle auf die Bewegungsachse der reflektierenden Partikel
- F = Konstante Ausgangsfrequenz der U.schallwelle
- F' = die mit veränderter Frequenz empfangene Welle

Bei sich nicht verändernder Untersuchungsanordnung können F , v_0 und $\cos \alpha$ als konstante Größen betrachtet werden, wobei v die variable Größe ist, die die Änderung F' bedingt. Das Dopplengerät demoduliert die Frequenzen F und F' und setzt die daraus resultierende Frequenz in elektromagnetische Wellen von 0 - 2000 Hz um, die dann über einen Kopfhörer als Strömungssignal wahrgenommen werden können. Da einfache Geräte positive und negative Differenzen ($F-F'$) nicht unterscheiden, kann mit ihnen nicht auf die Richtung der Strömung geschlossen werden. Das zu hörende Geräusch ist somit lediglich ein indirektes qualitatives Maß für die Strömungsgeschwindigkeit des Blutes in dem zu untersuchenden Gefäß und kann damit zu einer quantitativen Beurteilung nicht herangezogen werden. Daß bei größeren Gefäßen die Intensität des Geräusches zunimmt, ist nach Bollinger so zu verstehen, daß die Ultraschallwelle von einer größeren Anzahl von Blutzellen reflektiert werden kann. Gleiches gilt auch für steigende Durchflußgeschwindigkeiten, bei denen ebenfalls Spannungsveränderungen auftreten, die eine Zunahme der Geräuschintensität ergeben.

b. Anwendung und Handhabung des Geräts

Alle Untersuchungen, auf denen diese Arbeit basiert, wurden mit dem Gerät "Typ 802" von Parks Electronic Laboratories, Beaver-

ton, Oregon/USA, durchgeführt. Es besitzt zusätzlich einen Ausgang, der es erlaubt, die Schallphänomene auf einem Schreiber phonographisch zu registrieren. Über ein Thermoelement wurde gleichzeitig eine Atemkurve mitgeschrieben, und ein weiterer Kanal zeichnete das EKG auf. Alle Aufzeichnungen erfolgten über einen Dreifachschreiber vom Typ "Mingograf Cardirex 3 T" von Siemens. Diese Untersuchungsanordnung ist jedoch nur dann erforderlich, wenn Ergebnisse demonstriert werden sollen.

Der mit der Methode vertraute Arzt wird nur das Dopplergerät benutzen, das etwa die Größe einer Zigarrenschachtel einnimmt und jederzeit bequem mit sich geführt werden kann. Die Untersuchungstechnik besteht darin, daß die Sonde mit ruhiger Hand in einem Winkel von ca. 45 Grad an der Hautstelle oberflächlich angesetzt wird, unter der man das zu untersuchende Gefäß vermutet. Um eine bessere Schalleitung zu erreichen, wird vorher noch etwas Elektrodengel auf die Haut aufgetragen. Nun geht es im wesentlichen darum, die Venenströmung unter ganz bestimmten Bedingungen zu untersuchen. Hierbei ist es wichtig und unbedingt erforderlich, daß die Sonde nicht ihre Ansatzstellung verliert, besonders beim Valsalva-Preßdruckversuch, den die meisten Patienten mit einer Ruckbewegung ihres gesamten Körpers durchführen. Auch kommt es bei manuell ausgeführten Kompressionen der Venen distal und proximal der Abhörstelle oft zu Gewebeverschiebungen, die dem Strömungsgeräusch eines beschleunigten Rückflusses phonografisch ähnlich sein können, jedoch über Kopfhörer ein gut zu unterscheidendes Schallphänomen ergeben. Am einfachsten und unproblematischsten stellt sich die Untersuchung bei normaler Atmung dar. Welchen Sinn diese besonderen Formen der Untersuchungstechnik haben, wird noch in der Beschreibung der Ergebnisse ausführlich erläutert werden. Der Patient liegt während der Untersuchung in horizontaler Lage; auf physiologische Untersuchungen lagebedingter Strömungsveränderungen, wie

sie von Bollinger in Zürich durchgeführt wurden, wurde in dieser Arbeit verzichtet, da sie die hier ins Auge gefaßte Fragestellung nach einer leicht praktikablen Methode überschritten hätten, zumal bisherige Untersuchungen dieser Art keine diagnostisch verwertbaren Kriterien erbracht haben.

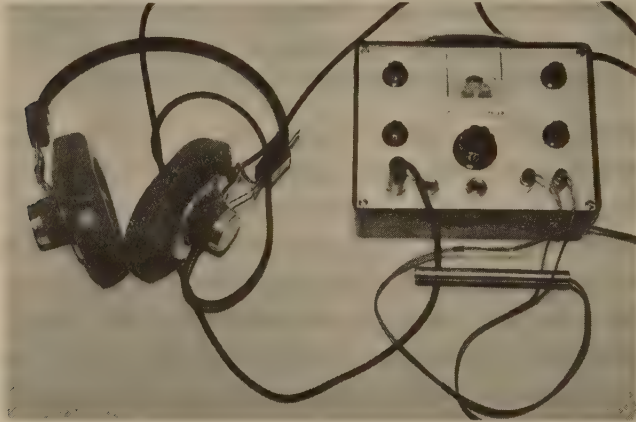


Abb. 1: Ultraschall-Dopplersonde, Abbildung im Verhältnis 1:4

2. Die Phlebografie

Die röntgenologische Untersuchung nach Kontrastmittelinjektion wurde im Einleitungsteil schon besprochen und als die zur Zeit diagnostisch genaueste Methode herausgestellt. Deshalb wurde sie in allen Fällen zur Vergleichsmethode herangezogen, um ein möglichst objektives Beurteilungskriterium für die einzelnen Dopplerergebnisse zu bekommen. Jeder Patient wurde am selben Tag gedopplert und venografiert. Zuerst kam die Ultraschalluntersuchung mit sofort anschließender Diagnosestellung, dann wurde venografiert und nach dem Röntgenbefund die Dopplerdiagnose als falsch oder richtig beurteilt. Spezielle venografische Befunde wie die Insuffizienz einzelner Vv. perforantes oder Kollateralisierung

der tiefen Venen wurden bei diesen Vergleichen nicht mitberücksichtigt, weil sie die Leistungsfähigkeit der Dopplersonde überschritten hätten.

3. Patientengut

Insgesamt wurden 76 Patienten untersucht, die in der Zeit vom 20.4.70 bis 11.2.71 zur ambulanten Behandlung in die angiologische Abteilung der medizinischen Klinik in Giessen kamen. Eine ganz genaue Gliederung dieser Patienten nach einzelnen Befunden wiederzugeben ist deshalb schwierig, weil sich zum Teil Einzelbefunde verschiedener Pathogenese beim selben Patienten zeigten. Dennoch gibt die Beschreibung der Ergebnisse die Gliederung nach dem jeweiligen venografischen Hauptbefund wieder. Eine Auswahl der Patienten nach Alter, Geschlecht und Konstitutionstyp wurde aus verständlichen Gründen nicht vorgenommen. Alle Patienten waren in einem relativ guten Allgemeinzustand, so daß Artefakte durch Tumorleiden oder traumatische Veränderungen ausgeschlossen werden können.

Von den insgesamt 76 untersuchten Patienten sind 34 dem Symptomenkomplex der Varikosis und 26 den thrombotischen Veränderungen zuzuordnen. Bei 6 Untersuchungen konnte anhand des venografischen Befundes gesagt werden, daß eine Diagnose durch die Dopplersonde nahezu unmöglich war, d.h. die Diagnose dieser pathologischen Veränderungen hätte die Dopplermethode überfordert, was bei der Beschreibung der Ergebnisse noch einmal erwähnt werden wird. 10 Patienten zeigten auf dem Röntgenbild keine pathologischen Veränderungen, was bedeutet, daß 13 % aller Patienten venengesund waren.

4. Statistische Methoden

Wie aus dem Vorangegangenen hervorgeht, läßt diese Methode keine quantitativen Aussagen zu, was eine statistische Auswertung der Arbeit erschwert. Lediglich nach dem Vierfeldertest, der sich aus der sogenannten hypergeometrischen Verteilung ergibt, lassen sich folgende zwei Fragen beantworten:

- a) Ergibt sich im Verhältnis zwischen richtigen und falschen Diagnosen bei zwei zu vergleichenden Befundgruppen ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen?
- b) Gibt es einen signifikanten Unterschied in der Treffsicherheit der Dopplermethode zwischen verschiedenen diagnostizierbaren Formen der Venopathie?

Die allgemeine Form der zu erstellenden Vierfeldertafel sieht folgendermaßen aus:

x_1	$N_1 - x_1$	N_1	oder
$X - x_1$	$N - X - N_1 + x_1$	$N - N_1$	
X	N-X	N	
x_1	$N_1 - x_1$	N_1	
x_2	$N_2 - x_2$	N_2	
X	N-X	N	

Die erste der Tafeln erklärt, wie bei der zweiten, vereinfachten Form X, N-X und N jeweils durch Addieren zu berechnen sind. Für die Beantwortung der Frage a ist wie folgt zu setzen:

- N_1 = Gesamtzahl der Fälle einer Gruppe
 N_2 = der anderen Gruppe
 x_1 = Anzahl der richtigen Diagnosen in Gr. 1
 x_2 = in Gr. 2
 $N_1 - x_1$ = Fehldiagnosen in Gruppe 1
 $N_2 - x_2$ = in Gr. 2

Die Berechnung des Vergleichswertes erfolgt nach der Formel

$$\chi^2(1) = \frac{N \cdot \left[x_1 \cdot (N_2 - x_2) - (N_1 - x_1) \cdot x_2 \right]^2}{X \cdot (N - X) \cdot N_1 \cdot N_2}$$

Für den Vierfeldertest ergibt sich entsprechend der Anzahl Vier eine bestimmte Signifikanzschranke, die für das Fünfprozentniveau den Wert 3,841 und für das einprozentige den Wert 6,635 einnimmt. Um nach b die Treffsicherheit im Vergleich zu beurteilen, ist so zu ersetzen, daß gilt:

x_1 = Gesamtzahl der Fälle einer Gruppe

$N_1 - x_1$ = Anzahl der richtigen Dopplerdiagnosen usw.

Die Berechnung erfolgt ebenfalls nach der oben angegebenen Formel bei unveränderten Signifikanzschranken.

III. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

1. Strömungsverhalten bei Venengesunden

Der venöse Rückstrom bei Patienten, deren venografischer Befund keinen Hinweis auf pathologische Veränderungen ergab, zeigte bei ruhiger Atmung und in horizontaler Lage atemsynchrone Geräuschschwankungen über der V. femoralis bei allen Patienten. Bei drei von zehn Dopplerbefunden aus dieser Gruppe war die Strömung in der Vena poplitea nicht eindeutig abhängig von der Respiration, und in vier Fällen konnte eine atemsynchrone Signalveränderung noch an der V. tibialis posterior nachgewiesen werden.

Dieses atemsynchrone Strömungsverhalten findet eine Erklärung in den intraabdominellen und -thorakalen Druckschwankungen während der einzelnen Atmungsphasen. Bei der Expiration geht der intraabdominelle Druck durch die Erschlaffung des Zwerchfells zurück, was bedeutet, daß der venöse Rückstrom aus den unteren Extremitäten in dieser Phase sein Maximum erreicht, wogegen der intrathorakale Druck expiratorisch zunimmt und der venöse Rückstrom aus den Venen der oberen Extremitäten in dieser Phase minimal wird. Während der Inspiration verändern sich die Strömungsverhältnisse entsprechend umgekehrt, so daß es bei einem Normalbefund in den unteren Venen bis zur V. cava im Bereich des Abdomens zu einem endinspiratorischen Strömungsstop kommt, dem bei manchen der untersuchten Patienten ein kurzes, zur Peripherie gerichtetes Rückströmungsgeräusch folgte, bis die Venenklappen im Oberschenkel- und Beckenbereich sich schließen.

Ein weiteres wesentliches Beurteilungskriterium ist die Strömungsveränderung während des Preß-Druck-Versuches nach Valsalva. Hierbei können intraabdominale Drucke bis zu 140 mm Hg erreicht werden, die eine totale Strömungsumkehr zur Peripherie

hin zur Folge hätten, wenn nicht suffiziente Venenklappen vorhanden wären. Läßt man den Patienten die Bauchpresse ruckartig und energisch ausführen, so zeigt sich ein sofortiger Strömungsstopp mit einer Strömungsumkehr bis zum Klappenschluß, die daran zu erkennen ist, daß die Geräuschamplitude für den Bruchteil einer Sekunde kurz den Wert Null erreicht. Bei sofortigem Klappenschluß kann auch das Rückstromgeräusch fehlen, so daß die Amplitude bis zur Beendigung der Bauchpresse auf der Nulllinie verbleibt. Mit dem Wiederbeginn einer periodischen Atmung setzt wegen der kurzzeitigen venösen Stauung eine beschleunigte Strömung ein, die an einer vergrößerten Geräuschamplitude (overshoot) zu erkennen ist. Es ergibt sich mithin im Idealfall für den Valsalva-Versuch ein Strömungsmuster, das aus einer Strömungsumkehr (Kurzes Durchschreiten der Nullamplitude), einem kurzen Decrescendogeräusch (Rückstrom bis zum Klappenschluß) und einem geräuschfreien Intervall (Strömungsstillstand) sowie einem nachfolgenden overshoot besteht, jedoch für den Normalbefund nur das geräuschfreie Intervall obligatorisch ist, wie die Erfahrungen zeigen.

Führt man am Unterschenkel eine Wadenkompression durch, so ist bei durchgängigem tiefen System über der V. femoralis in der Leistenbeuge ein Kompressionssignal zu hören, das sofort und unabhängig von der Atmung auftritt. Diese Kompressionswelle kann allerdings auch über die V. saphena magna die V. femoralis in Höhe der Leistenbeuge erreichen. Deshalb ist dieser Befund strenggenommen nur dann normal, wenn er sich auch bei bandagiertem Oberschenkel, d.h. bei undurchlässigen oberflächlichen Venen ergibt. Dies geschieht am einfachsten mit einer Blutdruckmanschette oder einer breiten elastischen Binde, wobei man darauf zu achten hat, daß nicht die Strömung in der tiefer gelegenen V. femoralis superficialis zum Stillstand kommt, was sich ebenfalls mit der Dopplersonde nachprüfen läßt, indem man nicht

straffer bandagiert als sich noch ein typisches Strömungssignal über dieser Vene in Höhe der Leistenbeuge nachweisen läßt.

An dieser Stelle ist zu sagen, daß alle genannten Normalbefunde sich auf Untersuchungen an den größeren Venen beschränken, da sich bei der Ausarbeitung einer geeigneten Untersuchungsmethodik die Strömungsmuster über kleineren Venen wie V. tibialis posterior, V. saphena parva und distalen Abschnitten der V. saphena magna als diagnostisch kaum verwertbar herausstellten. Während das Auffinden kleinerer Venen durch äußerlich nicht erkennbare Kollateralisierungen oft unmöglich ist, lassen sich V. femoralis superficialis, V. poplitea und V. saphena magna im

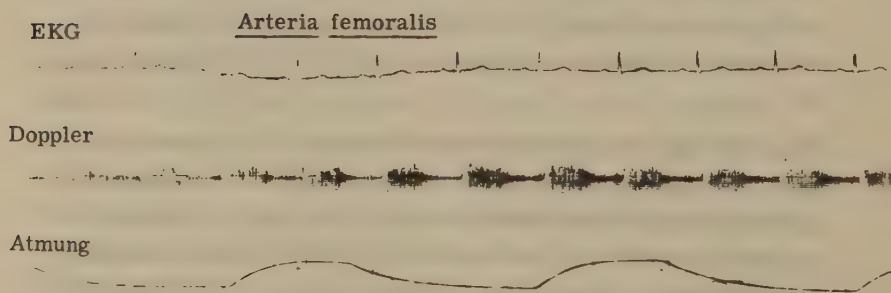


Abb. 2: Geräusch über der Arteria femoralis mit exakt pulssynchronem und atmungsunabhängigem Decrescendo.

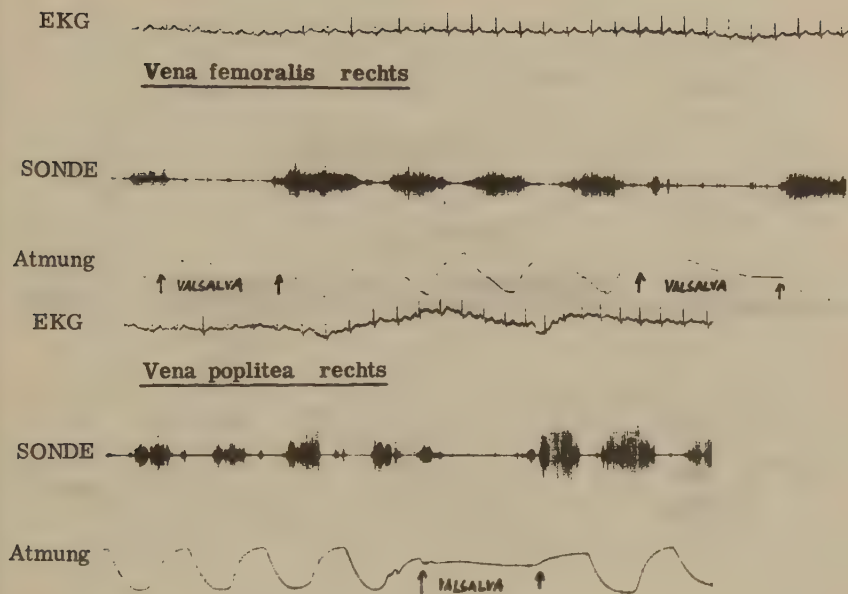


Abb. 3: Normalbefunde über V. femoralis und V. poplitea mit endinspiratorischem Strömungsstop und geräuschfreiem Intervall während des Valsalva-Preßdruckversuches.

proximalen Teil auf Grund ihrer anatomischen Lage mit großer Sicherheit bestimmen, was die Voraussetzung für einen verwertbaren Dopplerbefund ist. In der Leistenbeuge sucht man zunächst die Arteria femoralis auf, sehr leicht zu erkennen an dem typischen pulssynchronen und hochfrequenten Decrescendo, das weder durch Valsalva, Atmung oder Kompression beeinflussbar ist. Direkt medial daneben findet man bei entsprechender Verschiebung der Sonde das oben beschriebene Venengeräusch, das in der Kniebeuge lateral zur Arteria poplitea zu suchen ist. Eine klinisch unauffällige V. saphena magna zeigt als größte oberflächliche Vene

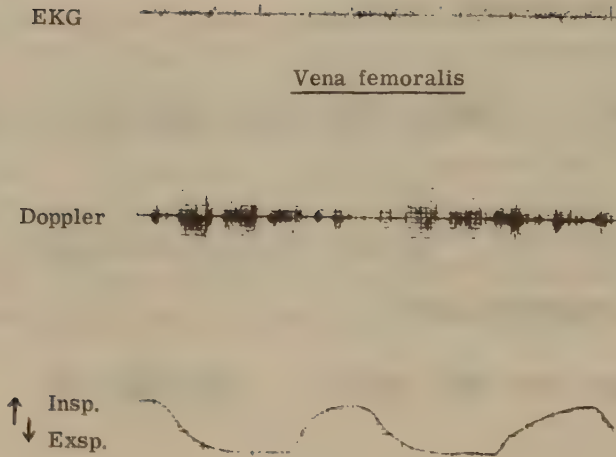


Abb. 4: Puls- und atmungssynchrone Strömungsschwankungen bei einem venengesunden Patienten mit Rechtsherzinsuffizienz.

mit der größten Transportleistung entlang ihrem Verlauf von der Knieinnenseite bis zur Einmündungsstelle in die V. femoralis 2 - 3 cm unterhalb der Leistenbeuge, genau zwischen Os pubis und Spina iliaca anterior superior, das deutlichste und geräuschstärkste aller oberflächlichen Strömungssignale, während eine varikös erweiterte schon äußerlich ins Auge sticht, jedoch die Unterscheidung zu einer varikösen Kollateralen oft nicht möglich ist.

Schließlich gibt es noch eine besondere Form des normalen Venenbefundes mit einer überlagerten pulssynchronen Strömungsschwankung, wie sie häufig bei Patienten mit einer Rechtsherzinsuffizienz auftritt. Hat diese Insuffizienz bereits ein fortge-

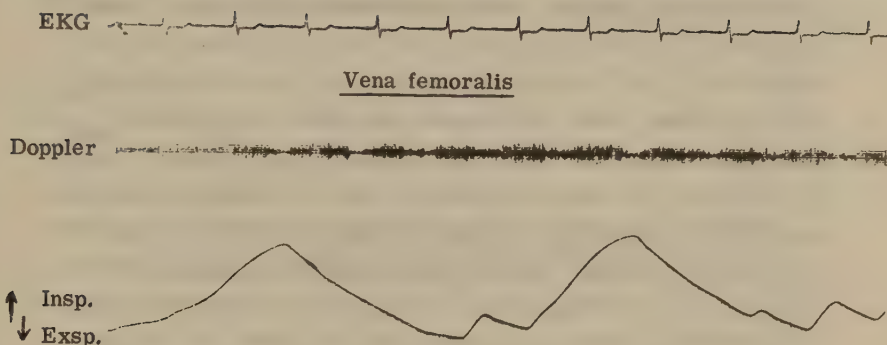


Abb. 5: Pulssynchrones, spindelförmiges Strömungsgeräusch bei einer ausgeprägten Rechtsherzinsuffizienz.

schriftenes Stadium erreicht, so kann eine Atmungsabhängigkeit gänzlich fehlen, wenn die venöse Stauung und der venöse Druck so stark zunehmen, daß eine rhythmische Strömung ausschließlich durch die diastolische Herzaktion ermöglicht wird. In solchen Fällen kann die Vene durch das spindelförmige Geräusch sowie durch die entsprechende Reaktion auf den Valsalva-Ver such von der Arterie unterschieden werden.

2. Frische Obliterationen

a. Isolierte Beckenvenenverschlüsse

Bei insgesamt sechs Patienten wurde die Diagnose einer Beckenvenenthrombose gestellt, die in allen Fällen venografisch bestätigt wurde. Da diese Verschlüsse der V. iliaca externa sich unmittelbar auf das Strömungsverhalten in den tiefen Oberschenkelvenen auswirken, kann die Diagnose mit einem Dopplerbefund über der V. femoralis in der Leistenbeuge bereits gestellt werden. Die Kriterien zur Beurteilung stützen sich im wesentlichen auf folgende Überlegungen: Eine frische, das Lumen völlig verschließende oder eine nur sehr schwach rekanalisierte Obliteration verhindert, daß die intraabdominalen respiratorischen Druckschwankungen sich auf distale Venen auswirken können. So findet man über der V. femoralis ein atmungsunabhängiges kontinuierliches Strömungsgeräusch, das auch bei betonter Bauchatmung keine Veränderungen zeigt.

Gleiches gilt entsprechend für den Valsalva-Versuch. Der Gefäßverschluß verhindert eine retrograde Druckausbreitung, so daß es in der V. femoralis nicht zu einem Strömungsstopp kommt. So zeigt bei einer frischen, akuten Thrombose das Phonogramm während der Bauchpresse keine Veränderungen gegenüber dem Ruheverhalten. Bei unvollständigen Verschlüssen oder geringgradiger Rekanalisation kommt es dagegen zu einer allmählichen Abnahme der Geräuschamplitude, die mit dem Einsetzen der Atmung wieder ihre konstante Größe erreicht.

Dieser für die akute Beckenvenenthrombose typische Befund ergibt sich auch oft bei Patienten mit einem akuten Arterienverschluß im Bereich der A. femoralis oder einem Beckentumor sowie bei traumatischen Veränderungen. Dies im Einzelfall zu unterscheiden geht allerdings über die diagnostischen Möglichkeiten der Dopplersonde hinaus.

Vena femoralis rechts

EKG

Doppler



Abb. 6: Befund eines 61-jährigen Patienten mit einer frischen, noch nicht rekanalisierten Beckenvenenthrombose. Perma-
nentes Strömungsgeräusch, auch während Valsalva-
Vers.

EKG

Vena femoralis links

Doppler



Abb. 7: 33-jähriger Patient mit schwach rekanalisierter Becken-
venenthrombose. Permanentes Strömungsgeräusch, das
gegen Ende der Bauchpresse abnimmt.

In zwei Fällen ergaben sich als zusätzliche Befunde einmal eine unvollständig und zum anderen eine vollständig rekanalisierte V. femoralis superficialis, die nachweisbar isolierte Beckenvenenthrombose also nur bei vier von insgesamt sechsundsiebzig Patienten auftrat. Bei den postthrombotischen Veränderungen ergab sich in keinem der Fälle der Hinweis auf eine abgelaufene isolierte Form dieser Thrombose, die somit meistens als kombinierte

Oberschenkel-Beckenvenenthrombose vorkommen dürfte.

b. Beckenvenenverschlüsse mit Oberschenkelvenenthrombose

Eine Unterscheidung zwischen isolierten und kombinierten Verschlüssen in diesem Bereich erfordert neben dem Femoralisbefund eine Doppleruntersuchung über der V. poplitea, in der die Strömung durch zwei separate oder konfluierende Obliterationen in den vorgeschalteten Venenabschnitten dann ebenfalls beeinflusst und gehemmt wird. Während der Femoralisbefund pathologisch unverändert bleibt, ist über der V. poplitea nur ein sehr schwaches und kaum wahrnehmbares permanentes Geräusch zu hören. Wenn überhaupt nichts zu hören ist, muß durch Wadenkompression sichergestellt werden, daß man die V. poplitea gefunden hat. Gleichzeitig ist über der V. saphena magna durch die Mehrbelastung das Geräusch verstärkt.

Ebenfalls eine Differenzierung erlaubt eine Wadenkompression bei bandagiertem Oberschenkel. Ist über der Leistenbeuge kein Signal zu hören, so spricht das für einen zusätzlichen Oberschenkelvenenverschluß, da über die oberflächlichen Venen kein Abfluß möglich ist.

Diese drei Kriterien zusammen bei sorgfältig durchgeführter Untersuchung ergeben eine hinreichend genaue Diagnose, wie auch die Ergebnisse zeigen. Alle vier Oberschenkel-Beckenvenenthrombosen wurden mit der Dopplersonde als solche diagnostiziert.

Eine interessante Beobachtung konnte in zwei Fällen einer zur gegenseitigen Beckenvene kollateralisierten Oberschenkel-Beckenvenenthrombose gemacht werden. Wie das Beispiel zeigt, ist über der V. femoralis auf beiden Seiten ein permanentes Geräusch bei normaler Atmung, d. h. bei gleichmäßiger Beteiligung von Zwerch-

fell und Thorax, zu hören. Als der Patient aufgefordert wurde, zu versuchen, "nur mit dem Bauch zu atmen", ergab sich auf der venengesunden, rechten Seite ein atemsynchroner Normalbefund. Die Erklärung hierfür ist wohl in der durch die Kollateralisierung hervorgerufenen erhöhten Abflußleistung der Gegenseite zu suchen, die dann nicht mehr auf die intraabdominalen Druckschwankungen bei unauffälliger Atmung reagiert, und kräftigere Zwerchfellaktionen erst zu einer Respirationsabhängigkeit führen.

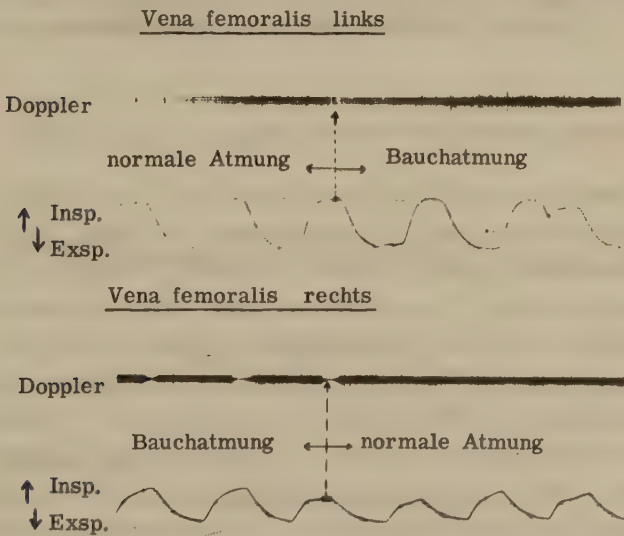


Abb. 8: 19-jähriger Patient mit tiefer Oberschenkel-Beckenvenenthrombose links mit Kollateralen bis zur rechten Beckenvene (s. Text)

Daraus folgt, daß bei seitengleichem kontinuierlichem Strömungsgeräusch über der V. femoralis ein zusätzlicher Befund bei betonter Zwerchfellatmung erhoben werden sollte, um Hinweise auf eine mögliche Kollateralisierung dieses Typs, zumindest aber auf einen graduellen Unterschied des Verschlusses zu erhalten.

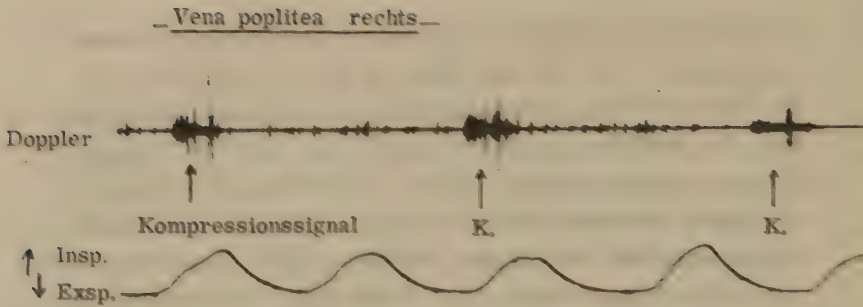


Abb. 9: Bei demselben Patienten (s. Abb. 8) Kompressionssignale über der geräuschtefreien linken Vena poplitea.

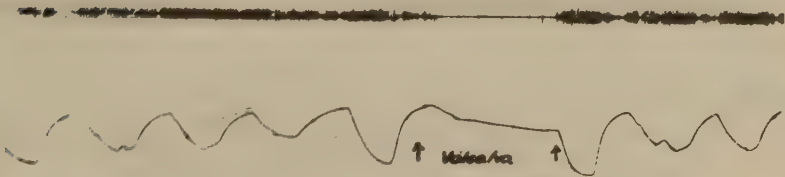
c. Die isolierte Oberschenkelvenenthrombose

Eine Thrombose, die sich auf den Abschnitt der V. femoralis superficialis zwischen Knie- und Leistenbeuge beschränkt, verändert primär nur die Strömung in der V. poplitea, deren Strömungsmuster dem der V. femoralis bei einer Beckenvenenthrombose entspricht. Der einzige Unterschied ist lediglich der, daß das ganze pathologische Geschehen um eine gewisse Strecke distalwärts verschoben ist, und daß die V. femoralis in der V. saphena magna die Möglichkeit einer spontanen, partiellen Kollateralisierung besitzt, deshalb der Verlauf auch nicht so akut ist wie beim Oberschenkel-Beckenvenenverschluss. Der Femoralisbefund der pathologischen Seite für sich allein betrachtet kann hierbei normal sein, jedoch zeigt er im Vergleich zur anderen Seite eine trägere Atmungsabhängigkeit. Auch fehlt, wie schon beschrieben, bei bandagiertem Oberschenkel ein Wadenkompressionssignal in der Leistenbeuge, und die Strömung in der V. saphena magna ist ebenfalls beschleunigt, da über die Vv. perforantes eine Entlastung des oberflächlichen Systems nicht mehr möglich ist.

Die Diagnose stützt sich somit auf folgende Kriterien: Unterschiedliche Befunde über V. femoralis und V. poplitea bei ruhi-

ger Atmung und während des Preßversuches nach Valsalva. Normales Strömungsverhalten über der V. femoralis (Ausnahme: abgelaufene, rekanalisierte Beckenvenenthrombose) und ein Thrombosebefund über der V. poplitea mit permanentem Geräusch, das während der Bauchpresse allmählich abnimmt und keine Strömungsumkehr zeigt. Alle sechs Oberschenkelvenenthrombosen des isolierten Typs konnten mit der Dopplermethode richtig erkannt werden. Bei zwei Patienten ergaben sich als weitere Befunde eine Saphena magna-Insuffizienz und eine rekanalisierte Beckenvenenthrombose, die ebenfalls diagnostiziert werden konnten.

Vena femoralis links



Vena femoralis rechts

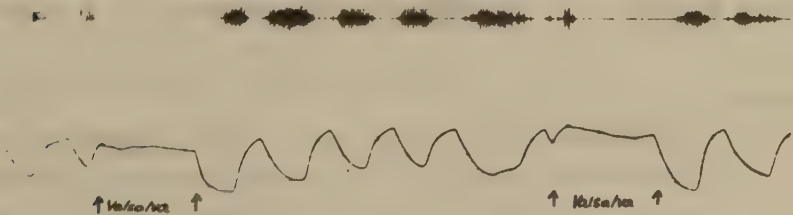


Abb. 10

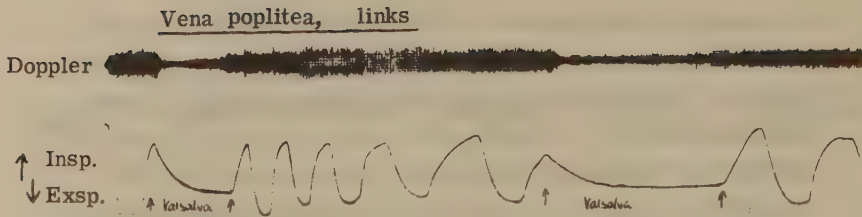


Abb. 11: Dopplerbefund über der linken V. poplitea.

Die Phonogramme der Abbildungen 10 und 11 geben die Strömungsverhältnisse bei einer isolierten Oberschenkelvenenthrombose links wieder (s. Text).

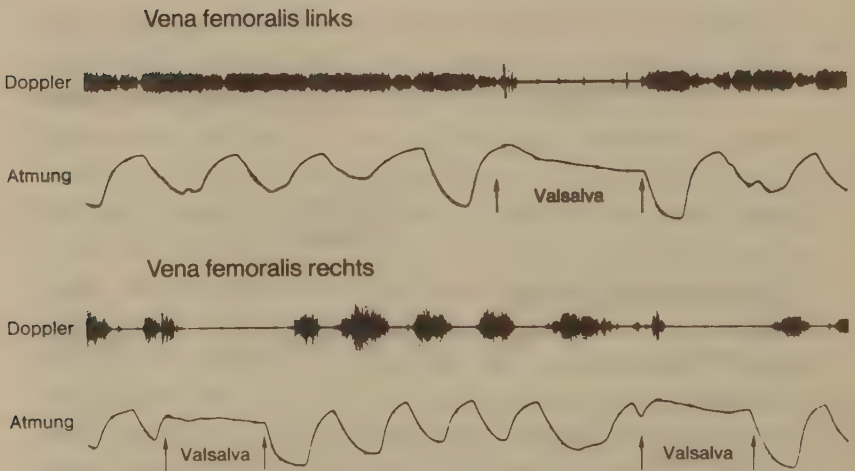


Abb. 12: Befund bei einem 47-jährigen Patienten mit einer isolierten Oberschenkelvenenthrombose links. Zu erkennen eine im Verhältnis zur gesunden Seite deutlich eingeschränkte Atmungsschwankung der linken V. femoralis superficialis.

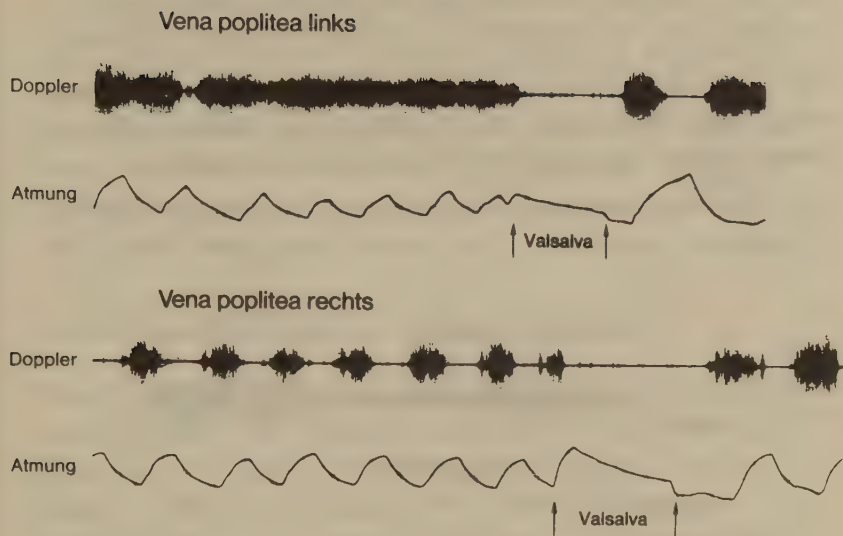


Abb. 13: Befund bei demselben Patienten wie in Abb. 10 mit dem typischen Thrombosebefund über der linken V. poplitea (mit Seitenvergleich).

d. Ober- und Unterschenkelvenenthrombose

Nur ein Venogramm zeigte diese Kombination der Thrombose. Der Dopplerbefund spricht für eine Oberschenkelvenenthrombose, wie die folgende Abbildung zeigt. Auch das verstärkte, permanente Geräusch über der V. saphena magna spricht für eine Verlegung des venösen Rückstroms. Jedoch ist es aus schon genannten Gründen sehr schwierig, mit dieser Methode eine Unterschenkelvenenthrombose zu erfassen. Besonders bei bereits ödematös angeschwollenen Unterschenkeln ist es nicht möglich, die V. tibialis

posterior hinreichend genau zu finden, und eine durch Fußkompression hervorgerufene Strömungsbeschleunigung kann auch über die Vv. perforantes der Boyd'schen Gruppe die V. poplitea erreichen.

Es ergab sich also hierbei eine unvollständige Diagnose, und die Erfahrungen haben gezeigt, daß die Diagnose der Unterschenkelvenenthrombose das Ultraschall-Dopplerverfahren überfordert.

Eine isolierte Unterschenkelvenenthrombose war bei keinem der 76 Patienten vorzufinden.

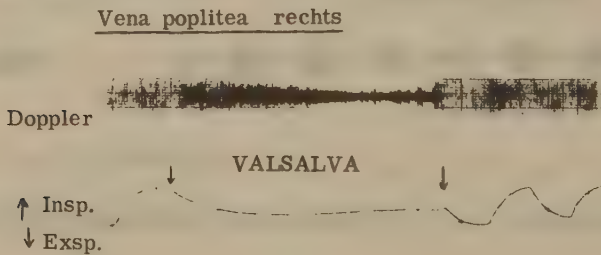


Abb. 14: Popliteabefund bei einem 65-jährigen Patienten mit einer Ober- und Unterschenkelvenenthrombose

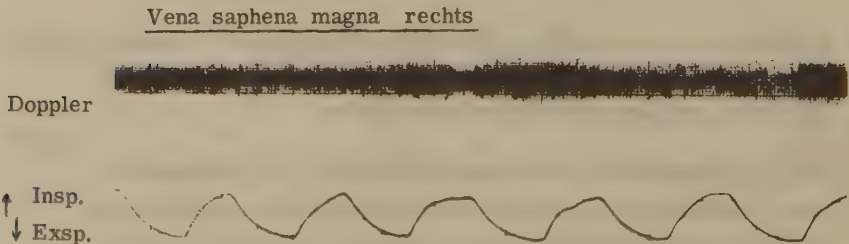


Abb. 15: Verstärktes, permanentes Strömungsgeräusch bei demselben Patienten wie in Abb. 14.

3. Postthrombotisches Syndrom

Der Zustand nach abgelaufenen Thrombosen ist im wesentlichen durch eine irreversible Zerstörung der betroffenen Venenklappen gekennzeichnet. Diese Insuffizienz der Klappen wirkt sich in erster Linie auf das Strömungsverhalten während des Valsalva-Versuches aus. Die hierbei auftretende intraabdominelle Drucksteigerung bewirkt eine Strömungsumkehr zur Peripherie hin, der kein Einhalt mehr geboten werden kann.

a. Rekanalisierte Beckenvenenverschlüsse

Eine isolierte postthrombotische Beckenvene zeigte sich bei nur einem Patienten, der zusätzlich noch eine tiefe Femoralisthrombose hatte. Der Dopplerbefund läßt entsprechend dem Grad der erfolgten Rekanalisation unterschiedlich stark ausgeprägte Atmungsabhängigkeiten erkennen. Wichtigstes Kriterium zur Beurteilung ist somit die Strömungsumkehr während der Bauchpresse nach Valsalva, zu erkennen an der Nullamplitude zu Anfang und zu Ende der intraabdominalen Drucksteigerung.

b. Rekanalisierte Beckenvene mit postthrombotischer, klappeninsuffizienter V. femoralis superficialis

Das postthrombotische Syndrom der kombinierten Oberschenkel-Beckenvenenthrombose oder der zeitlich verschieden abgelaufenen Einzelthrombosen zeigt erwartungsgemäß über der V. femoralis in der Leistenbeuge das gleiche Strömungsmuster wie die isolierte Form des Beckenvenenverschlusses. Zusätzlich kann in manchen Fällen ein Rückstromgeräusch über der V. poplitea während des Valsalva-Versuchs nachgewiesen werden. Dieser Befund ist jedoch nicht zu erheben, wenn die Klappen der V. poplitea und die des distalen Femoralisabschnittes von der Oberschenkel-

thrombose verschont geblieben sind. Umgekehrt aber ist ein Reflux über der Kniebeuge unter diesen Bedingungen immer ein Hinweis für eine postthrombotische V. femoralis superficialis oder eine konnatale Klappenagenesie. Um nun dennoch hinreichend genau differentialdiagnostisch beurteilen zu können, ist es erforderlich, die Untersuchung über der V. femoralis in Höhe der Leistenbeuge weiter zu modifizieren. Wenn bei bandagiertem Oberschenkel - d.h. verschlossenen oberflächlichen Venen - während des Valsalva-Versuchs der venöse Rückstrom sich nicht verändert, so kann eine Klappeninsuffizienz der V. saphena magna ausgeschlossen werden und gleichzeitig eine Insuffizienz der Femoralisklappen bestätigt werden. Wird der Oberschenkel nicht bandagiert, so muß die Klappensuffizienz der V. saphena magna durch einen Dopplerbefund über derselben nachgewiesen werden. In vier Fällen ergab die venografische Untersuchung ein kombiniertes postthrombotisches Syndrom des Oberschenkel-Beckenbereichs, das mit der Dopplersonde dreimal richtig diagnostiziert wurde. Bei einem Patienten wurde eine schwach rekanalisierte Oberschenkelvenenthrombose vermutet, da sich über der V. poplitea noch eine atmungssynchrone Strömung nachweisen ließ, und während des Valsalva-Versuchs keine Strömungsumkehr erfolgte

c. Rekanalisierte V. femoralis

Das isolierte, postthrombotische Syndrom der V. femoralis superficialis ist mit der Dopplermethode kaum von der kombinierten Form unterscheidbar, da es zu allen pathologischen Valsalvabefunden der Beinvenen einer Insuffizienz der tiefen Beckenvenen bedarf. Deshalb entspricht der Dopplerbefund im Prinzip dem Befund bei einer zusätzlich rekanalisierten V. iliaca externa. Eine Differenzierung konnte somit nur auf Grund von klinischen Angaben der Anamnese und Beschreibung des Beschwerdeverlaufs

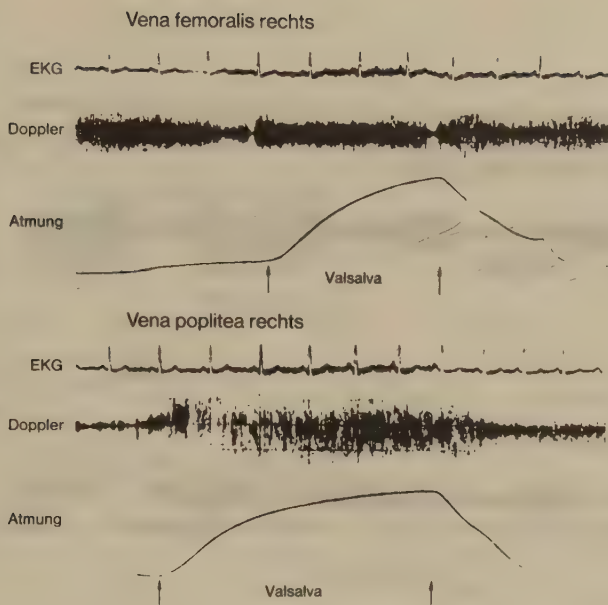


Abb. 16: Befund bei einem Patienten, der bereits seit Jahren unter einem postthrombotischen Syndrom mit rekanalisierten Oberschenkel- und Beckenvenen leidet. Der gleichzeitige Reflux in der V. femoralis und in der V. poplitea während des Valsalva-Ver- suchs beweist die Zerstörung der Klappen in diesem Bereich.

durch den Patienten erfolgen. Nur so ist es verständlich, daß in vier Fällen drei richtige Dopplerdiagnosen gestellt wurden. Die Fehldiagnose ergab sich bei einer extrem adipösen Patientin, über deren Leistenbeuge das Strömungssignal kaum wahrnehmbar war, und deshalb eine Thrombose vermutet wurde.

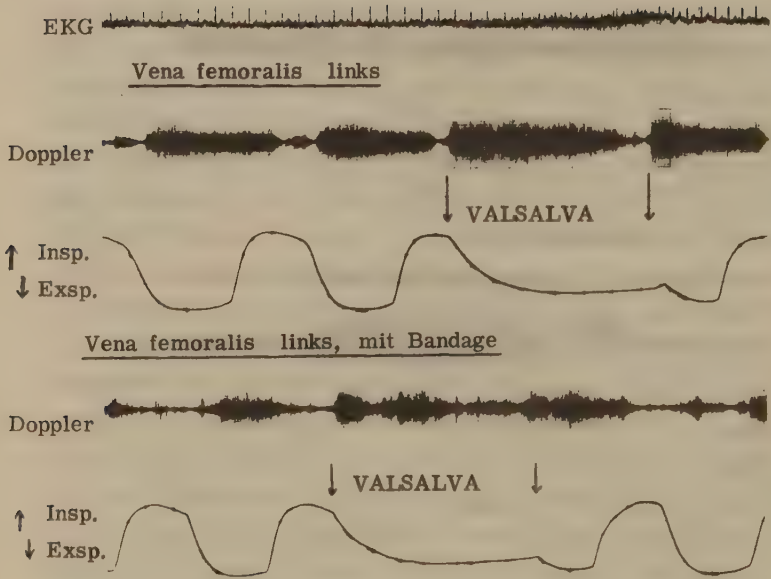


Abb. 17: Befund bei einer 37-jährigen Patientin mit rekanalisierter Oberschenkel-Beckenvenenthrombose. Der Rückstrom während der Bauchpresse zeigt sich auch bei bandagiertem Oberschenkel.

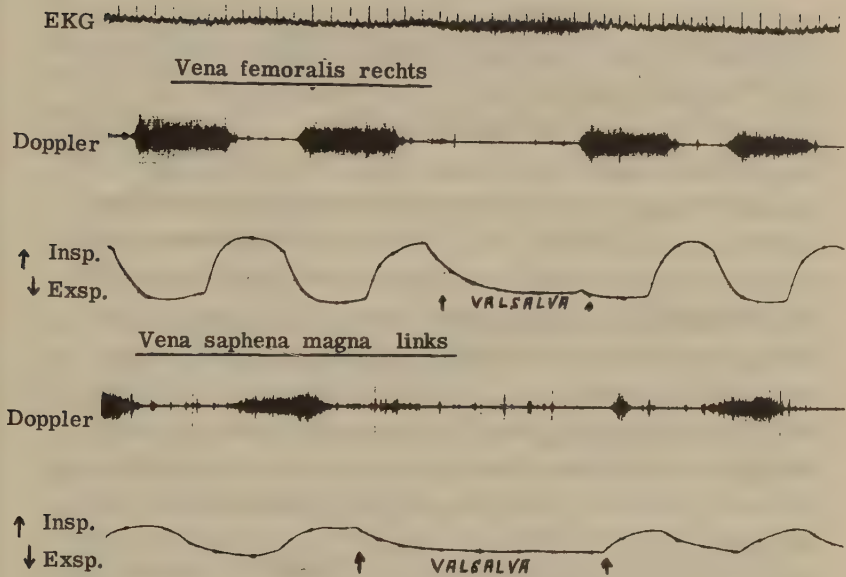


Abb. 18: Befund bei derselben Patientin wie in Abb. 17. Das obere Phonogramm zeigt einen Seitenvergleich zur gesunden Seite. Das Strömungsmuster über der linken V. saphena magna demonstriert noch einmal die Klappensuffizienz dieser Vene.

4. Der variköse Symptomenkomplex

a. Stammvarikosis der Vena saphena magna

Die chronische Insuffizienz der V. saphena magna hat ausgeprägte Varizen und eine Zerstörung des Klappenapparates der gesamten V. saphena magna zur Folge. Diese Klappeninsuffizienz wiederum erlaubt es, mit der Dopplersonde eine zuverlässige diagnostische Aussage machen zu können. Vergleichbar dem postthrombotischen Syndrom kommt es hier beim Preßdruckversuch nach Valsalva zu einem Rückfluß im oberflächlichen Venensystem. Diese Strömungsumkehr kann direkt über der V. saphena magna einen entsprechenden Dopplerbefund ergeben. Es hat sich jedoch gezeigt, daß bei vielen Patienten, besonders wenn das gesamte Bein varikös verändert war, und eine oberflächliche Kollateralisierung bzw. Verlegung der V. saphena magna schon stattgefunden hatte, das Auffinden dieser Vene sehr schwierig sein kann, bzw. daß man nie mit hundertprozentiger Sicherheit hinterher sagen kann, daß der Befund genau dem der V. saphena magna entspricht. Aus diesem Grunde wurde von dieser doch zunächst naheliegenden Untersuchung kein Gebrauch gemacht. Als sehr viel zuverlässiger erwies sich dagegen die Doppleruntersuchung über der V. femoralis superficialis in Höhe der Leistenbeuge unter bestimmten Bedingungen.

Folgendes einfache Prinzip liegt zugrunde:

Bei einem Patienten mit Stammvarikosis kommt es zunächst in der V. iliaca externa und im oberen Teil der V. femoralis superficialis zu einem Rückfluß, der schließlich in die insuffiziente V. saphena magna mündet. Bandagiert man nun den Oberschenkel kurz unterhalb der Abgangsstelle dieser Vene in der schon beschriebenen Weise, nämlich daß das oberflächliche System bis zur völligen Undurchlässigkeit komprimiert wird, das tiefe System jedoch nicht verschlossen wird, so muß sich unter diesen Bedin-

gungen bei einer Stammvarikosis der Valsalvabefund normalisieren oder überhaupt kein pathologisches Strömungsmuster mehr erkennen lassen. Auf dieser Überlegung basiert die Befunderhebung aller in dieser Arbeit vorkommenden Diagnosen. Der Vergleich mit den venografischen Befunden unterstreicht die Zuverlässigkeit dieser Methode. Bei insgesamt 32 Patienten mit nachgewiesener Stammvarikosis der V. saphena magna kam es zu drei Dopplerfehldiagnosen. Diese lauteten:

1. Insuffizienz der tiefen Oberschenkelvene
2. Beckenvenenverschluß
3. Tiefe Unterschenkelvenenthrombose

Die erste Fehldiagnose läßt sich vielleicht dadurch erklären, daß der Rückstrom über die V. saphena magna über die Dodd'schen Perforantes zu einem Rückflußsignal über der V. poplitea geführt hat und somit das Strömungsmuster einer postthrombotischen V. femoralis superficialis entstand. Die anderen Diagnosen hingegen sind als echte Fehldiagnosen zu werten.

Bei 13 der 32 Patienten ergab der venografische Befund zusätzlich eine Insuffizienz der Vv. perforantes der Gruppen Cockett, Dodd und Boyd. Hier findet allerdings die diagnostische Anwendungsmöglichkeit der Dopplermethode eine Grenze. Eine genauere Differentialdiagnose der Stammvarikosis als die Klappeninsuffizienz der V. saphena magna ist mit der Dopplersonde nicht möglich.

b. Stammvarikosis der V. saphena parva

Diese Form der isolierten Varikosis kommt selten vor. Nur zwei Venogramme ergaben diesen Befund. Einmal mit einer insuffizienten Gastrocnemiusperforanten und einer varikös erweiterten V. femoropoplitea, im zweiten Fall mit primärer Varikosis der V. saphena magna und Insuffizienz der Vv. perforantes des

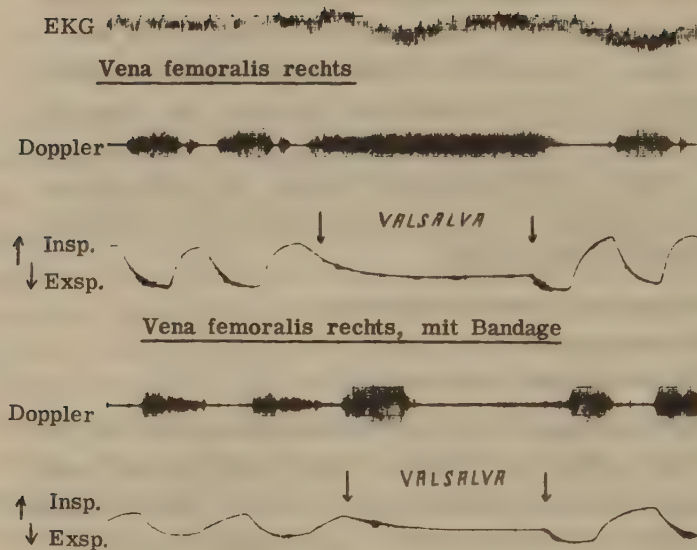


Abb. 19: Befund bei einer 41-jährigen Patientin mit einer Stammvarikosis der rechten V. saphena magna. Normales Strömungsmuster während des Valsalva-Versuches bei bandagiertem Oberschenkel.

Unterschenkels. Die primäre Varikosis der V. saphena magna konnte aufgrund eines schwachen Rückstromgeräusches über der V. femoralis während des Valsalva-Versuches vermutet werden, bezüglich der Stammvarikosis der V. saphena parva ergaben sich jedoch zwei Fehldiagnosen, so daß auch hier gesagt werden kann, daß die Diagnose dieser Form der Venopathie die Möglichkeiten der Dopplermethode überschreitet.

Die Phonogramme der Abbildungen 20 - 22 sollen noch einmal die veränderten Strömungsverhältnisse bei der Stammvarikosis der V. saphena magna demonstrieren. Es handelt sich hier um eine 13-jährige Patientin mit einer Insuffizienz der rechten V. saphena magna.

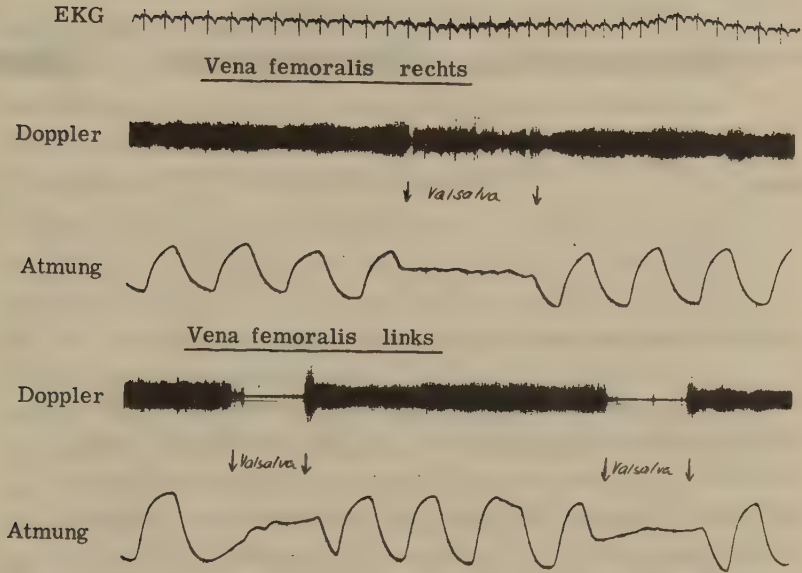


Abb. 20:

In Abb. 20 ist ein Seitenvergleich des Femoralisbefundes wiedergegeben. Die atmungsunabhängige konstante Strömung ist in diesem Falle als eine Folge des Klippel-Trenaunay-P. Weber-Syndroms zu deuten, an dem die Patientin erkrankt war.

Die Abbildung Nr. 21 zeigt schließlich, wie sich bei bandagiertem Oberschenkel das Strömungsverhalten während des Valsalva-Versuchs normalisiert.

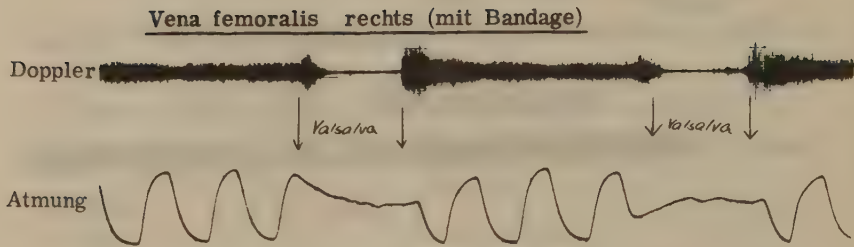


Abb. 21: Dieselbe Patientin wie Abb. 20 (siehe Text).

Daß die V. femoralis superficialis an dem pathologischen Strömungsverhalten keinen Anteil hat, soll die Abbildung 22 beweisen. Da es sich hier um eine sehr junge Patientin handelte, bei der kaum subkutanes Fettgewebe des Oberschenkels die Doppleruntersuchung erschweren konnte, gelang es, einen Befund der V. femoralis unterhalb der Abgangsstelle der V. saphena magna zu bekommen. Das Phonogramm zeigt einen normalen Befund während der Bauchpresse bei nichtbandagiertem Oberschenkel.

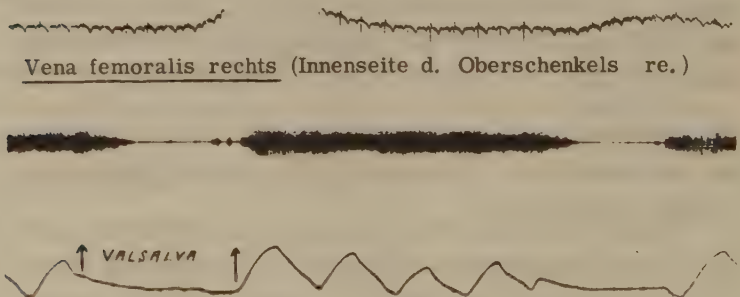


Abb. 22: Dieselbe Patientin wie Abb. 20 (siehe Text).

IV. DISKUSSION

Das Ultraschall-Doppler-Verfahren hat in den letzten Jahren im Rahmen der Diagnose venöser Insuffizienzen zunehmendes Interesse gefunden und wird heute bereits an mehreren Kliniken als Untersuchungsmethode zur Aufdeckung frischer Thrombosen im Oberschenkel- und Beckenbereich angewendet.

Eingeführt beziehungsweise vorgestellt wurde dieses Verfahren in Europa in erster Linie durch Bollinger und seine Mitarbeiter in Zürich, während etwa zur gleichen Zeit in Amerika und Japan ähnliche Untersuchungen durchgeführt wurden. Zunächst waren es Untersuchungen an venengesunden Personen, um etwas über die normale Physiologie des venösen Rückstroms aus den unteren Extremitäten zu erfahren und damit die Voraussetzungen zum Auffinden pathologischer Veränderungen zu schaffen. So beschreibt Bollinger (2) bereits 1968 das atemsynchrone Strömungsmuster in den Venen der unteren und oberen Extremitäten als "abdomino-thorakale Zweiphasenpumpe" sowie den Strömungsstop mit nachfolgendem "overshoot" während und nach dem Preßdruckversuch nach Valsalva. Dies sind bis heute die zwei Hauptkriterien zur Beurteilung eines Dopplerbefundes geblieben, und es galt nun, Abweichungen von diesem Muster sinnvoll und statistisch gesichert den einzelnen Formen der venösen Insuffizienz zuzuordnen.

Neben den in dieser Arbeit beschriebenen und als für eine bestimmte pathologische Veränderung des Venensystems typisch dargestellten Dopplerbefunden gilt es, noch einige zusätzliche Punkte zu beachten.

Auch bei Untersuchungen am venengesunden Patienten kann es zu einem pathologischen Dopplerbefund kommen, wie es in der Zusammenstellung auf Seite 59 zu ersehen ist. Bei drei von insgesamt zehn Patienten dieser Gruppe ergab sich ein falsch positiver

Befund, jedoch konnte bei allen Patienten eine atmungssynchrone Strömung über der V. femoralis nachgewiesen werden. Dieses Ergebnis deckt sich mit Untersuchungen von Bollinger (1) an 27 Patienten ohne klinische Symptome einer Venopathie, wobei in neun Fällen keine Atmungsabhängigkeit über der V. femoralis bestand, nur insofern, als der Anteil an falsch positiven Befunden mit 30 % gleich groß ist. Der Unterschied erklärt sich vielleicht dadurch, daß in letzterem Falle keine venografische Vergleichsmöglichkeit bestand, und auch die Patienten nicht aufgefordert wurden, eine betonte Zwerchfellatmung durchzuführen. Letzte Untersuchungen von Krähenbühl und Bussat (9) ergaben, daß auch in einigen Fällen einer Thrombose der distalen Venen ein pathologischer Femoralisbefund auftreten kann, und daß häufig ein kontinuierliches Strömungssignal bei jungen Leuten von leptosomer Konstitution auftritt, ohne daß diese Symptome einer Venopathie zeigten. Dazu ergänzend konnte Bollinger (3) feststellen, daß bei athletischen bis schwergewichtigen Patienten es vorwiegend zu einem endinspiratorischen Stop bei deutlich diskontinuierlicher und atemsynchroner Strömung kommt, während bei Leptosomen, Jugendlichen und Patienten mit ausgeprägter Thoraxatmung Neigung zu kontinuierlicher Strömung mit endexpiratorischem Strömungsstop besteht. Sumner (16) berichtet in diesem Zusammenhang, daß es auch bei verrenkten Gelenken trotz normaler Venenbeschaffenheit zu thrombotischen Strömungssignalen kommen kann. Schließlich kann eine Stenose bzw. hochgradige Arteriosklerose im Bereich der A. femoralis und A. iliaca externa zur Folge haben, daß ein Strömungssignal kaum wahrnehmbar ist oder sogar gänzlich fehlt, wogegen es umgekehrt nach Drosselung der großen Beinarterien auf Grund der reaktiven Hyperämie zu einem kontinuierlichen und hochfrequenten Strömungsgeräusch kommt. All diese zusätzlichen Möglichkeiten sollten bei der Beurteilung des Femoralisbefundes mit ins Auge gefaßt werden.

Untersuchungen von Brunner (4) haben ergeben, daß es bei Insuffizienz der tiefen Venen oder bei Bestehen einer kongenitalen Klappenagenesie, die bis heute nur sehr schwer vom postthrombotischen Syndrom abzugrenzen ist, zu einem zusätzlichen Strömungssignal während der Inspiration kommt. Das bedeutet, daß bei solchen Patienten ein effektiver Rückstrom zum rechten Herzen durch eine auf- und abpendelnde venöse Blutsäule erschwert wird. Auf Seite 28 wird erwähnt, daß dieser Befund auch oft bei venengesunden Patienten erhoben werden kann. Gleiche Beobachtungen wurden auch von Partsch und Lofferer (12) gemacht. Eine Erklärung dafür dürfte der kurzzeitige Reflux bis zum Verschuß der Klappen während der inspiratorischen abdominalen Druckerhöhung einerseits und der bei ruhiger Atmung oft nur schwache inspiratorische Rückstrom, der die Klappen nicht zu schließen vermag, andererseits sein.

Von denselben Autoren wird berichtet, daß bei ausgeprägter Abdominalatmung ein homogenes Signal atemsynchron werden kann, was jedoch bei frischer Thrombose in keinem der untersuchten Fälle beobachtet werden konnte. Die Bedeutung der betonten Abdominalatmung zur Diagnose der frischen Thrombose wurde auch in dieser Arbeit bereits auf Seite 37 vorgestellt. Hierbei ist stets darauf zu achten, daß ein Seitenvergleich zur klinisch unauffälligen Gegenseite vorgenommen wird, denn nur so ist ein derartiger Befund als solcher auswertbar.

Wenn auch die Interpretation des Femoralisbefundes bei normaler und ausgeprägter Abdominalatmung einige Varianten des Strömungsmusters mit in Betracht ziehen sollte, so darf dies nicht überbewertet werden, denn der Valsalvabefund bringt dann doch in den meisten Fällen eine eindeutige Klärung, ob eine Thrombose vorliegt oder nicht. Wie in der Darlegung der Methodik erwähnt wurde, ist der Befund über der V. tibialis posterior von geringer Verwertbarkeit, da das Auffinden derselben insbesondere bei leicht

angeschwollenem Fußgelenk sehr schwierig sein kann. Schließlich kann ein Strömungsgeräusch auch bei venengesunden Patienten über dieser Vene gänzlich fehlen. Das deckt sich mit Beobachtungen von Sumner und Baker (16) aus dem Jahre 1968, die sogar die Auffassung vertreten, daß bei den meisten Venengesunden ein Strömungssignal über der V. tibialis posterior fehlt.

Des weiteren kann ein pathologischer Valsalvabefund über der V. femoralis zuweilen Rätsel aufgeben. Alle innerhalb dieser Arbeit untersuchten Patienten mit Stammvarikosis der V. saphena magna hatten insuffiziente Klappen der Beckenvenen, bzw. diese waren überhaupt nicht angelegt. Zu diesem Problem liegen interessante Dopplerauswertungen von Reagan und Folse (13) vor. Bei 54 adulten venengesunden Patienten mit negativer Familienanamnese waren die Ileo-femoralklappen zu 16 % insuffizient, während bei 19 venengesunden Kindern (7 - 17 Jahre) mit positiver Familienanamnese eine Insuffizienz dieser Klappen bereits in 32 % der Fälle festgestellt werden konnte. Ebenfalls ergab sich bei keinem Patienten mit primärer Varikosis eine Intaktheit dieser Klappen. All dies spricht schließlich für einen absteigenden Verlauf einer sich ausbreitenden Klappeninsuffizienz bei der Pathogenese der Stammvarikosis. Zu ähnlichen Vermutungen kamen auch Partsch und Lofferer (12), die die Insuffizienz der Becken- sowie oberen Femoralvenenabschnitte als Ausgang bzw. Prädisposition für Stammvarikosis ansehen. Weitere Möglichkeiten der Pathogenese wurden bereits in der Einleitung beschrieben.

Daß beim Valsalvaversuch der Patient zu einem plötzlich einsetzenden und kräftigen Pressen aufgefordert werden sollte, zeigen simultane Druckmessungen in rechtem Vorhof, V. cava abdominalis und V. femoralis superficialis, die von Bollinger und Rutishauser (3) durchgeführt wurden. Demnach steigt der Femoralvenendruck während des Pressens nur allmählich an und erreicht erst nach etwa 26 Sekunden das Druckniveau der V. cava abdo-

minalis und des rechten Vorhofs. So ist es leicht verständlich, daß es bei einer schwach ausgeführten Bauchpresse in einigen Fällen zum Ausbleiben des Klappenverschlusses kommen kann. Auch dies sollte beachtet werden, um falsch positive Befunde zu vermeiden.

Auch konnte von Bollinger (3) mit einem bidirektionalen Dopplergesät nachgewiesen werden, daß es sich bei den erwähnten inspi-ratorischen Strömungsgeräuschen sowie beim pathologischen Val-salvabefund um eine peripherwärts gerichtete Strömung handelt, und daß das Durchlaufen der Nullamplitude bei Befunden mit dem unidirektionalen Gerät einer Strömungsumkehr entsprechen muß.

Eine besondere Form typischer Artefakte sollen nach Edmonds-Seal (5) durch Luftblasen im venösen und auch arteriellen Blut hervorgerufen werden, was zum Beispiel in der Neurochirurgie schon Anwendung zum Aufdecken geringgradiger Luftembolien gefunden habe. Diese Form der Anwendung dürfte allerdings für die Ambulanz in der Klinik und für die Praxis von unwesentlicher Bedeutung sein. Eine andere Untersuchungsmethodik von Sigel und Mitarbeitern (15) sei zum Schluß noch kurz vorgestellt. Er unterschied bei seinen Untersuchungen, die er Anfang des Jahres 1970 an 248 Patienten durchführen ließ, zwischen A-sounds und S-sounds. A-sounds nannte er nur die Kompressionssignale, die entweder proximal oder distal von der Kompressionsstelle zu hören waren, und S-sounds waren die spontanen, nicht durch Manipulationen hervorgerufenen Strömungssignale bei ruhiger Atmung. Dadurch, daß er alle Formen der Thrombose nur über den Kompressionsbefund diagnostizierte, konnte er keine Aussagen machen über das Vorhandensein von tiefen Beckenvenenthrombosen. In dieser, bezüglich des Patientengutes ausführlichsten Untersuchungsreihe, die bisher in der Literatur beschrieben wurde, kam es zu folgenden Ergebnissen:

Komplette Verschlüsse der tiefen Oberschenkelvenen konnten mit 60,7 %-iger Sicherheit diagnostiziert werden, und für die Diagnose der Klappeninsuffizienz der V. saphena magna wurde eine Genauigkeit von 76,4 % erreicht. Der Unterschied zur Trefferquote der nun im folgenden aufgeführten Ergebnisse dieser Arbeit ist wohl in erster Linie mit darauf zurückzuführen, daß bei den Kompressionen doch sehr leicht Artefakte im Dopplerbefund durch leichte Erschütterung des Patientenkörpers sowie durch Gewebeschiefungen an der Untersuchungsstelle entstehen können, wie es sich auch bei der Erarbeitung der Methodik zu dieser Arbeit zeigte.

Diskussion der Ergebnisse

Eine Zusammenfassung aller mit der Dopplersonde erstellten Diagnosen ergibt folgendes Bild:

A) Frische Obliterationen

- 1) Isolierte Beckenvenenverschlüsse: insgesamt 6
Anzahl der Fehldiagnosen: 0
- 2) Beckenvenenverschluß mit Oberschenkelvenenthrombose:
insgesamt 4
Fehldiagnosen: 0
- 3) Isolierte Oberschenkelvenenverschlüsse:
insgesamt 6
Fehldiagnosen: 0
- 4) Oberschenkelvenenverschlüsse mit Unterschenkelvenenthrombose:
insgesamt 1
Fehldiagnosen: 1

B) Postthrombotisches Syndrom

- 1) Isolierte Beckenvenenverschlüsse mit Rekanalisation:
insgesamt 1
Fehldiagnosen: 0
- 2) Rekanalisierte Beckenvenenthrombose mit klappeninsuffizienter bzw. postthrombotischer V. femoralis superficialis:
insgesamt 4
Fehldiagnosen: 0
- 3) Oberschenkelvenenthrombose mit Rekanalisation:
insgesamt 4
Fehldiagnosen: 1

C) Variköser Symptomenkomplex

- 1) Stammvarikosis der V. saphena magna:
insgesamt 32 (davon 13 mit einer zusätzlichen Perforanten-
Fehldiagnosen: 3 insuffizienz)
- 2) Stammvarikosis der V. saphena parva:
insgesamt 2
Fehldiagnosen: 2

D) Venografisch pathologische Befunde, die die Dopplermethode überfordern:

insgesamt 6
Fehldiagnosen: 6

Die Röntgenbefunde dieser Gruppe besagen

1. Klappeninsuffizienz der tiefen Unterschenkelvenen ohne nachweisbare abgelaufene Thrombose. Degenerative Veränderungen.
2. Von einer V. perforans des Unterschenkels ausgehende, kollaterale Varizenbildung bis zum Oberschenkel.
3. Zwei von drei Unterschenkelvenen ohne Klappen. Insuffiziente V. perforans an medialer Unterschenkelseite.
4. Lymphödem der linken Seite.
5. Insuffiziente V. perforans der Dodd-Gruppe.
Unvollständige oberflächliche Darstellung.
6. Oberflächliche Varikosis des linken Unterschenkels durch Insuffizienz der tiefen Unterschenkelvenen.

Hierbei ergab sich in einem Falle trotz pathologischer Veränderungen ein Dopplerbefund mit an allen zu untersuchenden Venen normalen Strömungsmustern, der einzige Dopplerbefund dieser Art innerhalb dieser Arbeit.

E) Venografische Normalbefunde:

insgesamt 10

Fehldiagnosen: 3

Die drei Dopplerbefunde lauten

1. Verdacht auf tiefe Unterschenkelvenenthrombose sowie insuffiziente Vv. perforantes der Dodd- und Boyd-Gruppen.
2. Subakute Oberschenkelvenenthrombose links.
3. Verdacht auf alte rekanalisierte Oberschenkelvenenthrombose.

Leistungsfähigkeit der Dopplermethode

Die diagnostische Zuverlässigkeit der Dopplersonde zeigt nur geringgradige Unterschiede zwischen den drei Hauptkomplexen venopathischer Veränderungen. Bei den frischen Obliterationen ist das Verhältnis von richtigen zu falschen Diagnosen 16:1. Das entspricht einer Fehlerquote von 5,88 bzw. 6 %. Die Diagnose des post-thrombotischen Syndroms fiel bei einem Verhältnis von 8:1 zu 11,1 bzw. 11 % falsch aus, und beim varikösen Symptomenkomplex waren von insgesamt 34 Befunden fünf unzutreffend, was eine Fehlerquote von 14,7 % bedeutet. Ordnet man die Stammvarikosis

der V. saphena parva ebenfalls den Befunden zu, die die Dopplermethode überfordern, was aufgrund der in dem Überblick wiedergegebenen Ergebnisse durchaus berechtigt erscheint, so ergibt sich für den varikösen Symptomenkomplex, sprich Stammvarikosis der V. saphena magna, eine Fehlerquote von 9,38 bzw. 9,4 %.

Der sich hieraus ergebende, für eine neue Methode relativ hohe Prozentsatz an reproduzierbaren Ergebnissen schrumpft unter Hinzunahme aller pathologischen Veränderungen des Venensystems der unteren Extremitäten auf 80,3 bzw. 80 % zusammen, und der Anteil richtiger Diagnosen aller 76 durchgeführten Doppleruntersuchungen beträgt 79 %, was eine Fehlerquote von insgesamt 21 % bedeutet. Bei einem Vergleich mit der Treffsicherheit anderer klinischer Untersuchungsmethoden, wie sie auf den Seiten 13,14 beschrieben wurden, berechtigen die hier angeführten Zahlen dazu, die Dopplermethode in das Diagnostikprogramm venöser Insuffizienzen als festen Bestandteil mitaufzunehmen und ihre diagnostischen Möglichkeiten weiterhin zu überprüfen sowie ihre Bewährung während der Anwendung durch mehrere Untersucher zu einem späteren Zeitpunkt noch einmal zu beurteilen. Neben den prozentualen Anteilen von Fehldiagnosen ist noch folgende Frage von Interesse: Gibt es innerhalb der diagnostizierbaren Formen der venösen Insuffizienz signifikante Unterschiede in Bezug auf die Treffsicherheit der Dopplersonde? bzw. Welche pathologische Veränderung kann am ehesten und sichersten mit der Sonde erkannt werden?

Zur Beantwortung dieser Frage erscheint es sinnvoll, die aus der Systematik sich ergebenden drei Hauptkomplexe, nämlich frische Venenverschlüsse, postthrombotisches Syndrom und varikösen Symptomenkomplex miteinander zu vergleichen. Entsprechend des auf den Seiten 26,27 aufgezeichneten Berechnungsschemas nach dem Vierfeldertest kommt es zu folgenden Vergleichswerten.

FrISChe Obliterationen: Postthrombotischen Syndrom

17	16	33	$x = \frac{50x(17x8-16x9)}{26x24x33x17}$
9	8	17	
26	24	50	$X = 0,00914$

FrISChe Obliterationen: Varikösem Symptomenkomplex

17	16	33	$x = 96 \times \frac{(17x29-16x34)}{51x45x33x63}$
34	29	63	
51	45	96	$X = 0,0513$

Postthrombotisches Syndrom: Varikösem Symptomenkomplex

9	8	17	$x = 80 \times \frac{(9x29-8x34)}{43x37x17x63}$
34	29	63	
43	37	80	$X = 0,00559$

Alle drei X-Werte bleiben deutlich unter der Signifikanzschränke von 3,841 für das Fünfprozentniveau, woraus geschlossen werden darf, daß der Dopplerbefund gleichwertige Aussagen macht über alle drei Formen der venösen Insuffizienz. Hiervon klar zu unterscheiden ist die Frage nach der klinischen Bedeutung einer Frühdiagnose. Das rechtzeitige Erkennen einer frischen Obliteration wird diesbezüglich in der Praxis in Zukunft eine vorrangige Stellung einnehmen, besonders weil eine Fibrinolysetherapie nur im frischen Stadium einer Thrombose Erfolg verspricht, die Frühdiagnose somit zu einer prophylaktischen Maßnahme des postthrombotischen Syndroms wird. Des weiteren kann mit Hilfe der Dopplermethode unterschieden werden, ob eine Stammvarikosis durch Verlegung der tiefen Venen oder durch Insuffizienz der V. saphena magna verursacht ist. Auch wird der behandelnde Arzt eines Varizenträgers nachprüfen können, ob und wann zur Varikosis zusätzlich sich ein Venenverschluß gebildet hat. Die Diagnose des postthrombotischen Syndroms hingegen wird mehr die Rolle einer bestätigenden Nachuntersuchung einnehmen, denn der Zustand des Postthrombotikers ist dem Arzt in den meisten Fällen durch

die Anamnese bekannt. Inwieweit hier die Abweichung vom normalen Strömungsmuster einen Hinweis auf den Grad der Dekompensation geben kann, bleibt noch zu überprüfen. Auch die Differentialdiagnose zum Lymphödem, zur ascendierenden Lymphangitis oder zum Erysipel kann insofern abgegrenzt werden, als die Untersuchungen mit der Dopplersonde gezeigt haben, daß bei solchen Patienten keine pathologische Veränderung des venösen Rückstroms zu verzeichnen ist. Das bedeutet, daß bei Patienten mit Beschwerden, die denen der venösen Insuffizienz ähnlich sind, im Falle eines unauffälligen Dopplerbefundes die weitere Diagnostik die oben genannten Erkrankungen ausschließen sollte.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Untersuchung mit der Ultraschall-dopplersonde jedem praktizierenden Arzt die Möglichkeit gibt, ohne großen technischen Aufwand und Belastung durch hohen Anschaffungspreis die wichtigsten pathologischen Veränderungen des Venensystems möglichst früh zu erkennen und sofort therapeutisch anzugehen.

Die folgenden, etwas idealisierten Strömungsbilder zeigen noch einmal in zusammenfassender Form die wichtigsten Dopplerbefunde.

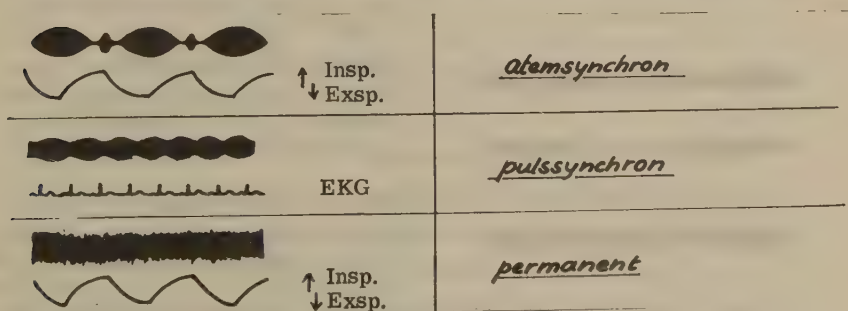


Abb. 23: Beurteilung des Dopplerbefundes bei normaler Atmung und Horizontallage

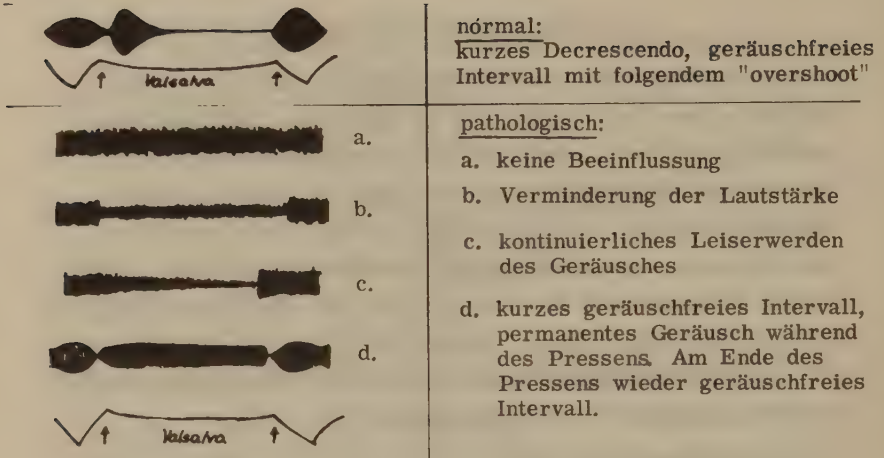


Abb. 24: Beurteilung des Dopplerbefundes beim Valsalva Preßversuch. Die pathologischen Formen von a-c sprechen für thrombotische Veränderungen in vorgeschalteten Venen in der Reihenfolge von frisch bis schwach rekanalisiert, d gilt für Klappenagenesie bzw. postthrombotisches Syndrom.

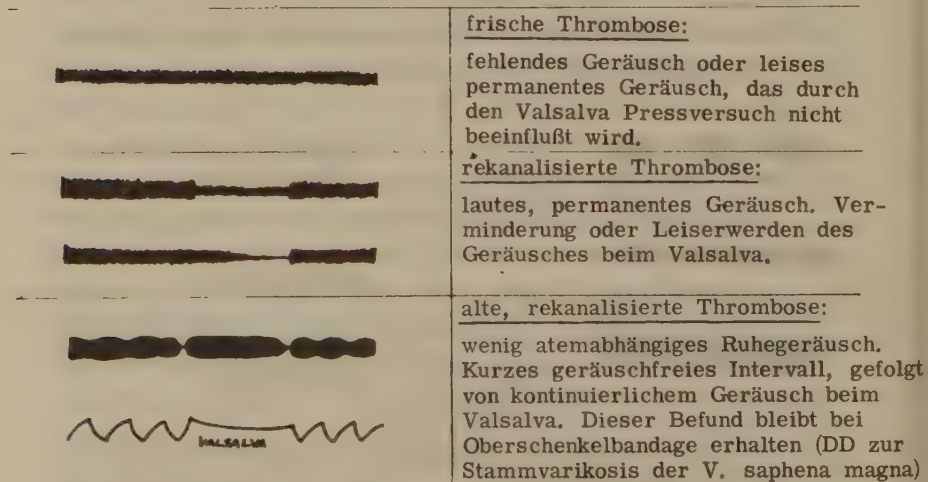
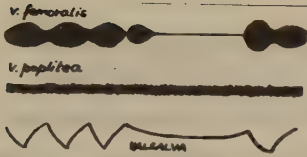


Abb. 25: Dopplerbefunde über der V. femoralis in Höhe der Leistenbeuge bei den verschiedenen Stadien der Beckenvenenthrombose.



frische Thrombose:

normales Ruhegeräusch und Valsalva über der Vena femoralis.
Permanentes Ruhegeräusch, das vom Valsalva unbeeinflusst bleibt, über der V. poplitea.

Abb. 26: Dopplerbefunde über V. femoralis und V. poplitea bei Oberschenkelvenenthrombose.

v. femoralis, Ruhe



Vena femoralis:

normales, atemsynchrones Geräusch

v. femoralis, ohne Bandage



Vena femoralis (Valsalva Pressversuch)
freies Intervall, danach permanentes Strömungsgeräusch; "overshoot" normal oder zeitlich verzögert.

v. femoralis, mit Bandage



Vena femoralis: nach Oberschenkelbandage Normalisierung des Valsalva Pressversuchs.

Abb. 27: Dopplerbefund bei Stammvarikosis der V. saphena magna.

Alle Strömungsbilder dieser Zusammenstellung geben in schematisierter Form die phonografisch aufgezeichneten Dopplerbefunde wieder. Sie sollen lediglich der besseren Einprägsamkeit der einzelnen typischen Strömungsmuster dienen und den Vergleich zwischen Hörbefund und den zugrundeliegenden pathologischen Veränderungen erleichtern. Es hat sich bei keiner Untersuchung ein phonografisches Bild ergeben, das nicht mindestens genauso exakt mit dem Kopfhörer hätte wahrgenommen werden können. Vielmehr

ist es so, daß der sorgfältig erhobene Hörbefund eines in der Methode Geübten eine genauere Vorstellung über die Strömungsverhältnisse vermittelt als die Auswertung einer phonografischen Dokumentation.

Schlußbetrachtung zur Diskussion

Das Krankheitsbild der venösen Insuffizienz hat im heutigen Krankenbestand ein beträchtliches Ausmaß erreicht, hervorgerufen durch einseitige Lebensweise und unphysiologische Kreislaufbelastungen in Berufs- und Freizeitgestaltung. Ihre Frühdiagnose auf breiter Ebene ist somit zu einem ernstesten und nicht zu unterschätzenden Anliegen der heutigen medizinischen Versorgung geworden, zumal eine kritische Überprüfung und Beurteilung der zur Zeit vorhandenen und allgemein praktikablen Untersuchungsmethoden nicht befriedigen kann. Die Ergebnisse, die mit der Ultraschall-Dopplersonde erzielt wurden, berechtigen dazu, diese Methode als festen Bestandteil in das Programm diagnostischer Verfahren aufzunehmen und ihre Anwendung auf breiter Ebene voranzutreiben und zu fördern. Jedoch kann und darf sie die technisch komplizierteren Methoden der Venografie und Venendruckmessung nicht voll ersetzen, sondern vielmehr ergänzen. Insbesondere kommt der Ultraschall-Dopplersonde eine wichtige Aufgabe in der Frühdiagnose zu, von der es abhängt, ob sich der Patient einer weiteren venografischen Röntgenuntersuchung unterziehen sollte. Zum anderen kann bei normalem Dopplerbefund von einer venografischen Untersuchung abgesehen werden, was besonders für bettlägerige Patienten von großer Bedeutung sein kann. Schließlich ist sie dazu geeignet, bei ungeklärten Beinbeschwerden eine Beteiligung des venösen Systems auszuschließen sowie Verlaufskontrollen schon vorhandener venöser Insuffizienzen durchzuführen.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Sinn und Zweck dieser Arbeit war es, die bereits von mehreren Autoren beschriebene Diagnostik der venösen Insuffizienz mit Hilfe des Ultraschall-dopplerverfahrens einer klinischen Überprüfung zu unterziehen. Dies geschah durch eine Neuerarbeitung einer geeigneten Untersuchungsmethodik sowie durch den Befundvergleich mit der Phlebografie. Alle Ergebnisse stützen sich auf Untersuchungen an der V. femoralis in Höhe der Leistenbeuge, an der V. poplitea und an der V. saphena magna. Untersucht wurde bei ruhiger Atmung, bei forcierter Zwerchfellatmung, während des Preßdruckversuches nach Valsalva ohne und mit bandagierten Oberschenkeln sowie unter manueller Ausführung von Kompressionen peripher der Untersuchungsstelle. Der Patient befand sich hierbei in horizontaler Lage. Alle 76 untersuchten Patienten wurden venografiert, wobei es zu folgenden Ergebnissen kam:

Bei den insgesamt untersuchten 76 Patienten, die sämtlich phlebografiert wurden, handelte es sich um 17 Patienten mit frischen Obliterationen der tiefen Oberschenkelvenen, der Beckenvenen und mit kombinierter Oberschenkel-Beckenvenenthrombose, um 32 Patienten mit Stammvarikosis der V. saphena magna, um 9 Patienten mit postthrombotischem Syndrom der V. iliaca externa, der V. femoralis superficialis sowie der kombinierten Form. 8 Patienten zeigten andersartige Venenerkrankungen, und 10 Patienten waren venengesund.

Als mit der Ultraschall-Dopplersonde nicht ohne weiteres diagnostizierbar erwiesen sich Insuffizienzen von V. saphena parva und Vv. perforantes et communicantes sowie Verschlüsse der tiefen Unterschenkelvenen oder deren Insuffizienz.

Die Quote der mit der Ultraschall-Dopplersonde fehlgedeuteten Befunde beträgt 19,7 %. Am niedrigsten war sie mit 5,9 % bei den

frischen Obliterationen, 9,4 % betrug sie bei der Stammvarikosis der V. saphena magna und 11,1 % beim postthrombotischen Syndrom.

In keinem Falle wurde ein pathologischer venografischer Befund im Oberschenkel- und Beckenbereich als normal bezeichnet, so daß echte falsch-negative Diagnosen nicht vorliegen. Eine falsch-positive Diagnose wurde bei 3 von 10 Venengesunden gestellt.

VI. SCHRIFTTUM

- 1) Bollinger A., Mahler F.: Untersuchungen des venösen Kreislaufs mit Dopplerströmungsdetektoren: physiologische, pathophysiologische und klinische Aspekte.
- 2) Bollinger A., Mahler F. und G. de Sèpibus: Diagnostik peripherer Venenerkrankungen mit Doppler-Strömungsdetektoren. DMW 93 (1968), 2197
- 3) Bollinger A., Rutishauser W., Mahler F. und Grüntzig A.: Zur Dynamik des Rückstroms aus der Vena femoralis. Zeitschrift für Kreislaufforschung 59, 963 (1970)
- 4) Brunner U., Bollinger A., Wirth W.: Klappenagenesie und Dysplasie der Beinvenen.
Schweizer medizinische Wochenzeitschrift 101:1384-1353 (1971)
- 5) Edmonds-Seal, Prys Roberts and AP Adams: Transcutaneous Doppler Ultrasonic Flow Detectors for Diagnosis of Air Embolism.
The Redcliffe Infirmary, Oxford/England
- 6) Evans, D.S., Cockett F.B.: Diagnosis of Deep-vein Thrombosis with an Ultrasonic Doppler Technique.
- 7) Hall, Christine M., Clark, C.G.: Clinical Signs in Deep-Vein Thrombosis (1971)
- 8) Kappert, Arnold: Lehrbuch und Atlas der Angiologie, 1969.
Verlag Hans Huber
- 9) Krähenbühl B., Bussat Ph.: Examen des veines profondes avec l'appareil de Doppler dans les phlébopathies chroniques.
Revue Suisse de médecine, Nr. 4, 102-105 (1972)

- 10) Magnus, Betzner, Löhr: Auswertung von 232 Phlebografien bei Varikosis der unteren Extremität (1971)
Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der Nuklearmedizin, Band 114, Heft 5, Mai 1971
- 11) May R., Nissl R.: Zur Symptomatik der frischen Thrombose der tiefen Beinvenen.
Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der Nuklearmedizin, Band 107, Heft 2, August 1967
- 12) Partsch H., Lofferer O.: Untersuchungen des venösen Rückstroms aus der unteren Extremität mit einem directionalen Ultraschalldetektor.
Wiener klinische Wochenschrift, 83. Jahrg. (1971) Nr. 42/43 S. 781-789
- 13) Reagan Brian, Folse Roland: Lower Limb Venous Dynamics in normal Persons and Children of Patients with varicose Veins.
Surgery, Gynecology and Obstetrics, January, 1971, Vol. 132, 15-18
- 14) Schneider W., Fischer H.: Die chronisch-venöse Insuffizienz
Enke Verlag Stuttgart 1969
- 15) Sigel, Bernard, M.D.: Evaluation of Doppler Ultrasound Examination - It's Use in Diagnosis of Lower Extremity Venous Disease.
Archives of Surgery, May 1970, Volume 100
- 16) Sumner, D.S., M.D.; Baker BS; Strandness, M.D.: The Ultrasonic Velocity Detector in a Clinical Study of Venous Disease.
Archives of Surgery, July 1968, Volume 97

Herrn Prof. Dr. F. Heinrich danke ich für die Überlassung des Themas und die Unterstützung beim Anfertigen dieser Arbeit.

Des weiteren bin ich den Herren Dr. Spies für die fachliche Beratung und Dr. Braun für die Durchführung der röntgenologischen Untersuchungen zu Dank verpflichtet.

Das hilfsbereite und uneigennützige Verhalten des gesamten Personals der angiologischen Abteilung erschien mir für die Durchführung des praktischen Teils dieser Arbeit von nicht unwesentlicher Bedeutung.

Lebenslauf

Am 18. April 1946 wurde ich als zweites Kind des Postbeamten Wilhelm Thielmann und seiner Frau Elly, geborene Achenbach, in Ewersbach im Dillkreis geboren.

Dort erfolgte auch Ostern 1952 meine Einschulung. Ab Ostern 1956 besuchte ich den naturwissenschaftlichen Zweig der Wilhelm von Oranien-Schule in Dillenburg und legte dort Ostern 1965 die Reifeprüfung ab.

Danach leistete ich einen zweijährigen Wehrdienst bei der Bundeswehr ab. Anschließend begann ich im Sommersemester 1967 mit dem Studium der Medizin an der Justus Liebig-Universität in Giessen, bestand nach zwei Semestern die naturwissenschaftliche Vorprüfung und nach weiteren drei Semestern das Physikum.

Im Januar 1973 beendete ich das Studium mit dem Staatsexamen.

FOTO-DRUCK LENZ · 63 Gießen · Riegelpfad 32/Ecke Ludwigstraße
Telefon 0641 - 77449